Serien DPO2000 und MSO2000 Oszilloskope

Benutzerhandbuch



071-2322-01

Tektronix

Serien DPO2000 und MSO2000 Oszilloskope

Benutzerhandbuch

www.tektronix.com

071-2322-01



Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf, zum Kundendienst sowie zum technischen Support:

- In Nordamerika rufen Sie die folgende Nummer an: 1-800-833-9200.
- Unter www.tektronix.com finden Sie die Ansprechpartner in Ihrer Nähe.

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von drei (3) Jahren ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse im gleichen Land wie das Tektronix Service Center befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W16 – 15AUG04]

Garantie

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Versanddatum keine Fehler in Material und Verarbeitung aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und geeignete Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes der Tektronix Service-Stelle befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE GARANTIEN HINSICHTLICH DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W2 – 15AUG04]

Garantie

Tektronix leistet auf das Produkt Garantie gegen Mängel in Werkstoffen und Herstellung für eine Dauer von einem (1) Jahr ab Datum des tatsächlichen Kaufs von einem Tektronix-Vertragshändler. Wenn das Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz dafür zur Verfügung zu stellen. Batterien sind von dieser Garantie ausgeschlossen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und passende Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse im gleichen Land wie das Tektronix Service Center befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

[W15 – 15AUG04]

Inhalt

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise.

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zugelassene Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Trennen oder schließen Sie keine Tastköpfe oder Prüfleitungen an, während diese an einer Spannungsquelle anliegen.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Unterbinden Sie die Stromzufuhr für den Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf anschließen oder vom Gerät trennen.

Erden Sie das Produkt. Das Gerät ist über den Netzkabelschutzleiter geerdet. Zur Verhinderung von Stromschlägen muss der Schutzleiter mit der Stromnetzerdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, dass eine geeignete Erdung besteht, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kenndatenangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter nur an die Erdung an.

Geben Sie keine Spannung auf Klemmen (einschließlich Masseanschlussklemmen), die den maximalen Nennwert der Klemme überschreitet.

Trennen vom Stromnetz. Das Netzkabel trennt das Gerät von der Stromversorgung. Blockieren Sie das Netzkabel nicht, da es für die Benutzer jederzeit zugänglich sein muss.

Schließen Sie die Abdeckungen. Nehmen Sie das Gerät nicht in Betrieb, wenn Abdeckungen oder Gehäuseteile entfernt sind.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen über die Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Kühlung für das Produkt erhalten Sie im Handbuch.

Begriffe in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:



WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*



VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Symbole und Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- GEFAHR weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
- WARNUNG weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
- VORSICHT weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.

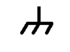
Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



VORSICHT
Beachten Sie die
Hinweise im Handbuch



Schutzleiteranschluss
(Erde)



Gehäuseerdung



Standby

Informationen zur Konformität

In diesem Abschnitt finden Sie die vom Gerät erfüllten Normen hinsichtlich EMV (elektromagnetischer Verträglichkeit), Sicherheit und Umweltschutz.

EMV-Konformität

EG-Konformitätserklärung – EMV

Entspricht der Richtlinie 2004/108/EG für elektromagnetische Verträglichkeit. Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurden:

EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte [1] [2] [3]

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A
- IEC 61000-4-2:2001. Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität
- IEC 61000-4-3:2002. Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder [4]
- IEC 61000-4-4:2004. Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst
- IEC 61000-4-5:2001. Störfestigkeit gegen Stoßspannungen/Surge
- IEC 61000-4-6:2003. Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität [5]
- IEC 61000-4-11:2004. Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen [6]

EN 61000-3-2:2006. Grenzwerte für Oberschwingungsströme

EN 61000-3-3:1995. Grenzwerte für Spannungsänderungen, Spannungsschwankungen und Flimmern

Kontaktadresse für Europa.
Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
Großbritannien

1 **Dieses Gerät ist nur für den Betrieb außerhalb von Wohnbereichen vorgesehen. Der Betrieb dieses Geräts in Wohnbereichen kann elektromagnetische Störungen verursachen.**

2 **Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Testobjekt angeschlossen ist.**

3 **Um die Einhaltung der hier aufgeführten EMV-Normen zu gewährleisten, dürfen nur qualitativ hochwertige, abgeschirmte Kabel verwendet werden.**

4 **Unter den Testbedingungen der Norm IEC 61000-4-3 kann ein Strahlrauschen von bis zu maximal 4 Einheiten Spitze-Spitze induziert werden.**

5 **Unter den Testbedingungen der Norm IEC 61000-4-6 kann eine Strahlverzerrung von bis zu maximal 1 Einheit Spitze-Spitze induziert werden.**

6 **Leistungskriterium C bei Spannungseinbruch von 70 %/25 Zyklen und Spannungsunterbrechung von 0 %/250 Zyklen (IEC 61000-4-11).**

Konformitätserklärung für Australien/Neuseeland – EMV

Entspricht gemäß ACMA folgender Norm der EMV-Bestimmung des Funkkommunikationsgesetzes:

- CISPR 11:2003. Störstrahlung und Störspannung, Gruppe 1, Klasse A, gemäß EN 61326-1:2006 und EN 61326-2-1:2006.

Konformität mit Sicherheitsbestimmungen

EG-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften veröffentlicht wurden:

Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG

- EN 61010-1: 2001. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

Liste der in den USA landesweit anerkannten Prüflabore

- UL 61010-1:2004, 2. Ausgabe. Norm für elektrische Mess- und Prüfgeräte.

Kanadische Zertifizierung

- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1:2004. Sicherheitsanforderungen für elektrischer Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte. Teil 1.

Zusätzliche Konformitätserklärungen

- IEC 61010-1: 2001. Sicherheitsanforderungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte

Gerätetyp

Prüf- und Messgerät.

Sicherheitsklasse

Klasse 1 – geerdetes Gerät.

Beschreibung des Belastungsgrads

Ein Messwert für die Verunreinigungen, die in der Umgebung um das Gerät und innerhalb des Geräts auftreten können. Normalerweise wird die interne Umgebung eines Geräts als identisch mit der externen Umgebung betrachtet. Geräte sollten nur in der für sie vorgesehenen Umgebung eingesetzt werden.

- Belastungsgrad 1. Keine Verunreinigungen oder nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen. Geräte dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sterilen Räumen.
- Belastungsgrad 2. Normalerweise treten nur trockene, nicht leitende Verunreinigungen auf. Gelegentlich muss mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden. Dies ist die typische Büro- oder häusliche Umgebung. Zeitweilige Kondensation tritt nur auf, wenn das Gerät außer Betrieb ist.
- Belastungsgrad 3. Leitende Verunreinigungen oder trockene, nicht leitende Verunreinigungen, die durch Kondensation leitfähig werden. Dies sind überdachte Orte, an denen weder Temperatur noch Feuchtigkeit kontrolliert werden. Dieser Bereich ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen und direktem Windeinfluss geschützt.
- Belastungsgrad 4. Verunreinigungen, die bleibende Leitfähigkeit durch Strom leitenden Staub, Regen oder Schnee verursachen. Typischerweise im Freien.

Belastungsgrad

Belastungsgrad 2 (gemäß Definition nach IEC 61010-1). Hinweis: Nur für Verwendung in Innenräumen.

Beschreibungen der Installationskategorie (Überspannung)

Die Anschlüsse an diesem Gerät weisen unter Umständen unterschiedliche Bezeichnungen für die Installationskategorie (Überspannung) auf. Die Installationskategorien sind:

- Messkategorie IV. Für Messungen an der Quelle einer Niederspannungsinstallation.
- Messkategorie III. Für Messungen in Gebäudeinstallationen.
- Messkategorie II. Für Messungen, die an Systemen durchgeführt werden, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind.
- Messkategorie I. Für Messungen an Stromkreisen, die nicht direkt mit dem Stromnetz verbunden sind.

Überspannungskategorie

Überspannungskategorie II (gemäß Definition nach IEC 61010-1)

Umweltschutzhinweise

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Geräts auf die Umwelt.

Entsorgung von Altgeräten

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder Bauteils die folgenden Richtlinien:

Gerätерecycling. Zur Herstellung dieses Geräts wurden natürliche Rohstoffe und Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Rohstoffe und Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.



Dieses Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß den Richtlinien 2002/96/EG und 2006/66/EG für Elektro- und Elektronik-Altgeräte und Batterien entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.de).

Sicherheitshinweis zu quecksilberhaltigen Bauteilen. Dieses Produkt ist mit einer quecksilberhaltigen LCD-Beleuchtung ausgestattet. Aufgrund von Umweltschutzbestimmungen ist die Entsorgung daher möglicherweise reglementiert. Einzelheiten zu den Entsorgungs- bzw. Recyclingbestimmungen erhalten Sie bei den zuständigen Behörden vor Ort oder innerhalb der Vereinigten Staaten auf der E-cycling Central-Website (www.eiae.org).

Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe

Dieses Gerät wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät klassifiziert und unterliegt daher nicht dem Geltungsbereich der Richtlinie 2002/95/EG RoHS.

Vorwort

In diesem Handbuch werden die Installation und der Betrieb der folgenden Oszilloskope beschrieben:

DPO2024	DPO2014	DPO2012
MSO2024	MSO2014	MSO2012

Wichtige Leistungsmerkmale

Mithilfe von Oszilloskopen der Serien DPO2000 und MSO2000 können Sie elektronische Schaltungen überprüfen, debuggen und charakterisieren. Diese Oszilloskope zeichnen sich durch die folgenden Leistungsmerkmale aus:

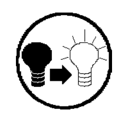
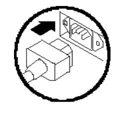
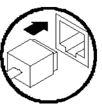
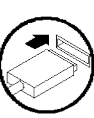
- Bandbreiten 200 MHz und 100 MHz
- 2-Kanal- und 4-Kanal-Modelle
- Abtastraten von bis zu 1 GS/s auf allen analogen Kanälen
- Aufzeichnungslänge von 1 M Punkten auf allen Kanälen
- Erfassungsrate von 5.000 Signalen/Sekunde
- I^2C-, SPI-, CAN-, LIN-, RS-232-, RS-422-, RS-485- sowie UART-Bus Bitmustertrigger und -analyse (mit dem entsprechenden Anwendungsmodul und Oszilloskopmodell)
- Wave Inspector-Bedienelemente zur Bearbeitung großer Aufzeichnungslängen mit Optionen zum Zoomen und Verschieben, für Wiedergabe und Pause, zum Suchen und Markieren
- Großes 178-mm-Farbdisplay im Breitbildformat mit WQVGA-Auflösung
- Kleine Grundfläche und geringes Gewicht (140 mm Tiefe und 3,6 kg Gewicht)
- FilterVu bietet einen variablen Tiefpassfilter zur Unterdrückung von unerwünschtem Rauschen bei gleichzeitiger Anzeige von hochfrequenten Ereignissen
- USB-Flash-Laufwerk zum schnellen und bequemen Speichern von Messergebnissen
- Direkter Ausdruck auf allen PictBridge-kompatiblen Druckern
- Ethernet-Anschluss für Remote-Programmierung mit dem optionalen Anschlussmodul
- Video Out-Anschluss zum Anzeigen des Oszilloskop-Bildschirms auf einem externen Bildschirm mit dem optionalen Anschlussmodul
- USB 2.0-Geräteport zur direkten Steuerung des Oszilloskops über den PC (über USBTMC-Protokoll)
- OpenChoice-Software für Dokumentation zur einfachen Übertragung von Bildschirmabbildungen und Signaldaten an einen PC
- Produktivitäts- und Analysesoftware „National Instruments LabVIEW SignalExpress™ Tektronix Edition“
- Remoteanzeige und -steuerung mit e*Scope
- Remotesteuerung mit VISA-Anschluss
- TekVPI Versatile Probe Interface unterstützt aktive, Differenz- und Stromtastköpfe für automatische Skalierung und Einheiten

Die Oszilloskope der Serie MSO2000 für gemischte Signale bieten außerdem Folgendes:

- 16 digitale Kanäle
- Parallelbustriggern und -analyse
- Problemloser Anschluss an das zu prüfende Gerät durch das praktische Design von Digitaltastkopf P6316

In diesem Handbuch verwendete Konventionen

Die folgenden Symbole werden in diesem Handbuch verwendet.

Verfahrensschritt	Netzschalter auf der Frontplatte	Netzanschluss	Netzwerk	USB
				

Installation

Vor der Installation

Packen Sie das Oszilloskop aus, und überprüfen Sie, ob Sie alle als Standardzubehör angegebenen Teile erhalten haben. Auf den folgenden Seiten sind empfohlene Zubehörteile und Tastköpfe, Geräteoptionen und Aktualisierungen aufgelistet. Die aktuellsten Informationen finden Sie auf der Website von Tektronix (www.tektronix.com).

Standardzubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Benutzerhandbuch für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000	Englisch (Option L0)	071-2319-XX
	Französisch (Option L1)	071-2320-XX
	Italienisch (Option L2)	071-2321-XX
	Deutsch (Option L3)	071-2322-XX
	Spanisch (Option L4)	071-2323-XX
	Japanisch (Option L5)	071-2324-XX
	Portugiesisch (Option L6)	071-2325-XX
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	071-2326-XX
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	071-2327-XX
	Koreanisch (Option L9)	071-2328-XX
	Russisch (Option L10)	071-2329-XX
Dokumentations-CD für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000	Elektronische Versionen von Dokumenten, einschließlich der Programmieranleitung und des technischen Referenzhandbuchs	063-4118-XX
CD für *NI LabVIEW SignalExpress Tektronix Edition* und*Tektronix OpenChoice Desktop PC Communications*	Software für Produktivität, Analyse und Dokumentation	063-3967-XX
Kalibrierungszertifikat zur Dokumentation der Rückverfolgbarkeit auf die Messstandards der nationalen Metrologieinstitute und ISO-9001-Qualitätssystemregistrierung.		——
Bedienfeld-Overlay	Französisch (Option L1)	335-2020-00
	Italienisch (Option L2)	335-2021-00
	Deutsch (Option L3)	335-2022-00
	Spanisch (Option L4)	335-2023-00
	Japanisch (Option L5)	335-2024-00
	Portugiesisch (Option L6)	335-2025-00
	Chinesisch (vereinfacht) (Option L7)	335-2026-00
	Chinesisch (traditionell) (Option L8)	335-2027-00
	Koreanisch (Option L9)	335-2028-00
	Russisch (Option L10)	335-2029-00

Standardzubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Für die Serien DPO2000 und MSO2000: Tastköpfe	Ein passiver Tastkopf (200 MHz, 1X/10X) pro Kanal	P2221
Für die Serie MSO2000: Digitaltastkopf	Ein 16-Kanal-Digitaltastkopf	P6316
Für die Serie MSO2000: Zubehörbeutel	Beutel für Tastköpfe und anderes Zubehör, der am Griff befestigt werden kann.	016-2008-00
Drei Jahre Garantie	Einzelheiten finden Sie in der Garantieerklärung am Anfang dieses Handbuchs.	——
Netzkabel	Nordamerika (Option A0)	161-0348-00
	Europa universal (Option A1)	161-0343-00
	Großbritannien (Option A2)	161-0344-00
	Australien (Option A3)	161-0346-00
	Schweiz (Option A5)	161-0347-00
	Japan (Option A6)	161-0342-00
	China (Option A10)	161-0341-00
	Indien (Option A11)	161-0349-00
	Kein Netzkabel oder Netzteil (Option A99)	——

Optionales Zubehör

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
DPO2EMBD	Das integrierte Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul ermöglicht das Triggern auf Paketinformationsebene bei I^{2}C und seriellen SPI-Bussen sowie Busansichten, Busdecodierung, Suchtools und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO2EMBD
DPO2AUTO	Das Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul für die Fahrzeugtechnik ermöglicht das Triggern auf Paketebene bei seriellen CAN- und LIN-Bussen sowie Busansichten, Busdecodierung, Suchtools und Paketdecodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO2AUTO
DPO2COMP	Das Computertrigger- und -analysemodul ermöglicht das Triggern auf serielle RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Busse und bietet Suchwerkzeuge, Busansichten, Busdekodierung im Hexadezimal-, Binär- und ASCII-Code und Paketdekodierungstabellen mit Zeitinformationen.	DPO2COMP
DPO2CONN	Das Anschlussmodul fügt einen Ethernet-Anschluss für die Remote-Programmierung und einen Video Out-Anschluss zum Anzeigen der Oszilloskop-Bildschirmanzeige auf einem externen Monitor hinzu.	DPO2CONN
NEX-HD2HEADER	Adapter, der die Kanäle von einem Mictoranschluss mit 0,1 Zoll-Leistenanschlussstiften verbindet	NEX-HD2HEADER
TPA-BNC	TekVPI-TekProbe-II-BNC-Adapter	TPA-BNC
Externer TekVPI-Netzteiladapter	Für die externe Stromversorgung eines TekVPI-Tastkopfs	119-7465-XX
Deskew-Impulsgenerator	Deskew-Impulsgenerator und -Signalquelle mit TekVPI-Oszilloskopschnittstelle	TEK-DPG
Vorrichtung für Leistungsmessungs-Deskew und Kalibrierung	Wandelt die TEK-DPG-Impulsgeneratorausgabe in eine Serie von Prüfpunktverbindungen um	067-1686-00
TEK-USB-488-Adapter	GPIB-USB-Adapter	TEK-USB-488
19-Zoll-Adapter-Kit	Enthält 19-Zoll-Adapter-Klemmen	RMD2000
Transporttasche	Oszilloskop-Tragetasche	ACD2000
Hartschalenkoffer	Transportkoffer, Einsatz der Tragetasche (ACD2000) erforderlich	HCTEK4321
Wartungshandbuch für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000	Wartungsinformationen zu Oszilloskopen der Serien DPO2000 und MSO2000	071-2331-XX

Optionales Zubehör (Fortsetzung)

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Installation von Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000	Beschreibt die Installation von Anwendungsmodulen in Oszilloskopen der Serien DPO2000 und MSO2000	071-2330-XX

Die Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000 können mit mehreren Tastköpfen verwendet werden. (Siehe Seite 8, *Anschließen der Tastköpfe*.) Aktuelle Informationen finden Sie auf der Tektronix-Website unter www.tektronix.com.

Weiterführende Dokumentation

Zubehör	Beschreibung	Tektronix-Teilenummer
Programmieranleitung für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000	Beschreibt Befehle für die Fernsteuerung des Oszilloskops. Verfügbar in elektronischer Form auf der Dokumentations-CD oder zum Herunterladen unter www.tektronix.com/manuals.	077-0097-XX
Technisches Referenzhandbuch für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000	Beschreibt die Spezifikationen und das Verfahren zur Leistungsprüfung. Verfügbar in elektronischer Form auf der Dokumentations-CD oder zum Herunterladen unter www.tektronix.com/manuals.	077-0096-XX

Hinweise zum Betrieb

Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000



Serie DPO2GG000

Eingangsspannung der Stromversorgung: 100 V bis 240 V ±10 %

Eingangsstromfrequenz der Stromversorgung:
50/60 Hz bei 100 V bis 240 V
400 Hz bei 115 V

Leistungsaufnahme: max. 80 W

Gewicht: 3,6 kg (Oszilloskop ohne Zubehör)

Höhe, einschließlich Füße, ohne Griff:
175 mm

Breite: 377 mm

Tiefe: von den Füßen zur Vorderseite der Drehknöpfe: 134 mm

Tiefe: von den Füßen zur Vorderseite des Frontschutzdeckels: 139 mm

Abstand: 50 mm

Eingangsspannung (zwischen Signal und Referenz):

300 V_{eff} CAT II

Installationskategorie II - für Messungen, die an Systemen durchgeführt werden, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind.

Temperatur:
Betrieb: +0 °C bis +50 °C
Lagerung: -20 °C bis +60 °C



Serie MSO2000

Luftfeuchtigkeit:
Betrieb: Hoch: 40 °C bis 50 °C, 10 % bis 60 % rel. Luftfeuchtigkeit
Betrieb: min. 0 °C bis 40 °C, rel. Luftfeuchtigkeit 10 % bis 90 %
Lagerung: max. 40 °C bis 60 °C, rel. Luftfeuchtigkeit 5 % bis 60 %
Lagerung: min. 0 °C bis 40 °C, relative Luftfeuchtigkeit 5 % bis 90 %

Höhe über NN:
Betrieb: 3.000 m
Lagerung: 12.000 m

Zufallsschwingungen:
Betrieb: 0,31 G_{eff}, 5 – 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)
Lagerung: 2,46 G_{eff}, 5 – 500 Hz, 10 Minuten pro Achse, 3 Achsen (30 Minuten insgesamt)

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume



VORSICHT. *Halten Sie die Seiten sowie die Rückseite des Oszilloskops frei, um die erforderliche Kühlung zu gewährleisten.*

Passiver Tastkopf P2221

Eingangsspannung (zwischen Signal und Referenz):

300 V_{eff} CAT II

Installationskategorie II - für Messungen, die an Systemen durchgeführt werden, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind.

Temperatur:
Betrieb: 0 °C bis +50 °C
Lagerung: -55 °C bis +75 °C

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Luftfeuchtigkeit: Rel. Luftfeuchtigkeit 10 % bis 95 %

Oszilloskop der Serie MSO2000 mit Digitaltastkopf P6316

Schwellenwertgenauigkeit: ±(100 mV + 3 % des Schwellenwerts)

Schwellenwertbereich: ±20 V

Maximales zerstörungsfreies Eingangssignal an Tastkopf: ±40 V

Minimale Signalschwankung: 500 $mV_{Spitze-zu-Spitze}$

Eingangswiderstand: 101 kΩ

Eingangskapazität: 8,0 pF

Temperatur:
Im Betrieb: 0 °C bis +50 °C
Lagerung: -40 °C bis +71 °C

Höhe über NN:
Betrieb: max. 3.000 m
Lagerung: max. 12.000 m

Belastungsgrad: 2, nur für Innenräume

Luftfeuchtigkeit:
Rel. Luftfeuchigkeit 5 % bis 95 %

Reinigung

Reinigen Sie Gerät und Tastköpfe so oft, wie es die Betriebsbedingungen vorschreiben. Zur Reinigung der Oszilloskopoberfläche gehen Sie wie folgt vor:

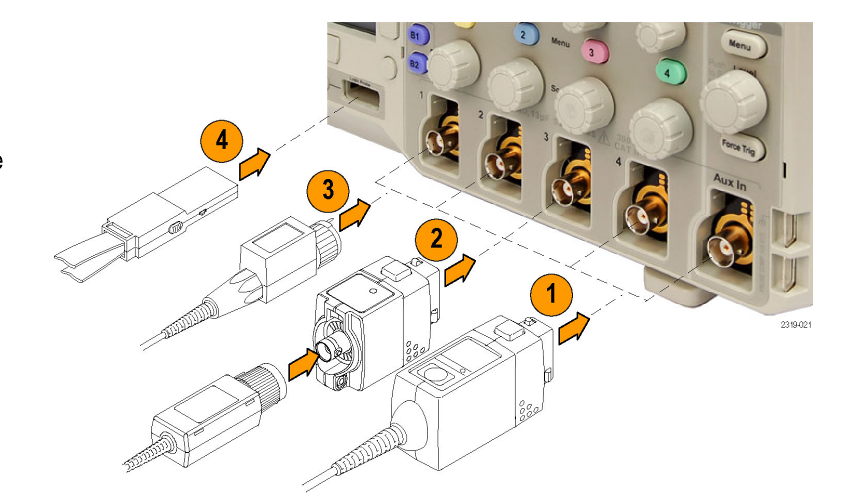
1. Entfernen Sie den Staub außen am Oszilloskop und an den Tastköpfen mit einem fusselfreien Lappen. Gehen Sie vorsichtig vor, um den Anzeigefilter aus Klarglas nicht zu verkratzen.
2. Verwenden Sie einen mit Wasser befeuchteten weichen Lappen zur Reinigung. Bei stärkerer Verschmutzung können Sie auch eine wässerige Lösung mit 75 % Isopropylalkohol verwenden.



VORSICHT. *Um Beschädigungen der Gerät- oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.*

Anschließen der Tastköpfe

Das Oszilloskop unterstützt Tastköpfe mit folgenden Anschlussmöglichkeiten:



1. Tektronix Versatile Probe Interface (TekVPI)

   Diese Tastköpfe unterstützen die bidirektionale Kommunikation mit dem Oszilloskop über Bildschirmmenüs sowie remote über Programmierunterstützung. Die Fernsteuerung ist für Anwendungen wie automatisierte Prüfumgebungen nützlich, bei denen die Voreinstellung der Tastkopfparameter vom System vorgenommen werden soll.

2. TPA-BNC-Adapter

   Der TPA-BNC-Adapter ermöglicht die Verwendung der Tastkopffunktionen von Tek Probe II, wie z. B. die Stromversorgung der Tastköpfe und die Weiterleitung von Informationen zur Skalierung und zur verwendeten Maßeinheit an das Oszilloskop.

HINWEIS. *Um einen TekVPI-Tastkopf und einen TPA-BNC-Adapter zu verwenden, schließen Sie einen externen TekVPI-Netzteiladapter (Tektronix-Teilenummer 119-7465-XX) an den seitlichen* ***Probe Power****-Anschluss (Tastkopf-Netzanschluss) an.*

3. Einfache BNC-Schnittstellen

   Einige Tastköpfe nutzen TekProbe-Funktionen, um das Signal und die Skalierung an das Oszilloskop weiterzuleiten. Andere Tastköpfe leiten nur das Signal weiter, und es findet keine Kommunikation statt.

4. Digitale Tastkopfschnittstelle (nur Serie MSO2000)

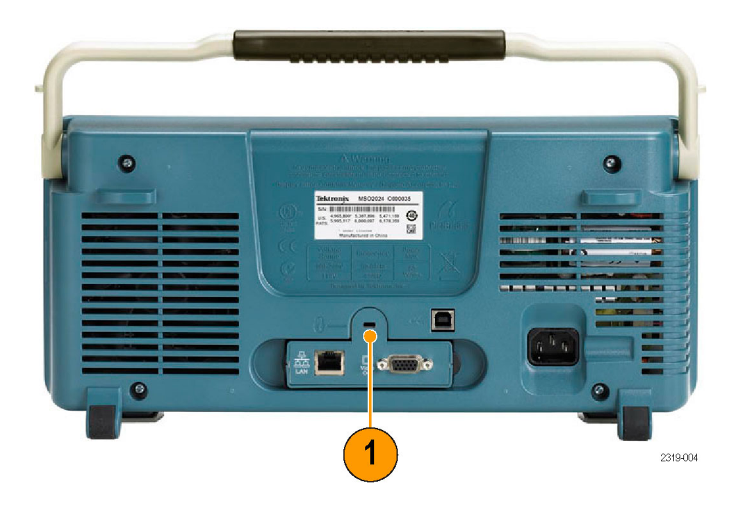
   Tastkopf P6316 bietet 16 Kanäle für digitale Informationen (Zustand EIN oder AUS).

Weitere Informationen zu den zahlreichen Tastköpfen, die für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000 erhältlich sind, finden Sie auf der Texktronix-Website unter www.tektronix.com.

Sichern des Oszilloskops

1. Sichern Sie das Oszilloskop am Standort mit einem Standardsicherheitsschloss für Laptops.

   Diese Abbildung zeigt auch das installierte optionale Modul DPO2CONN. Das Modul bietet einen Ethernet-Anschluss und einen Video Out-Anschluss für das Oszilloskop.



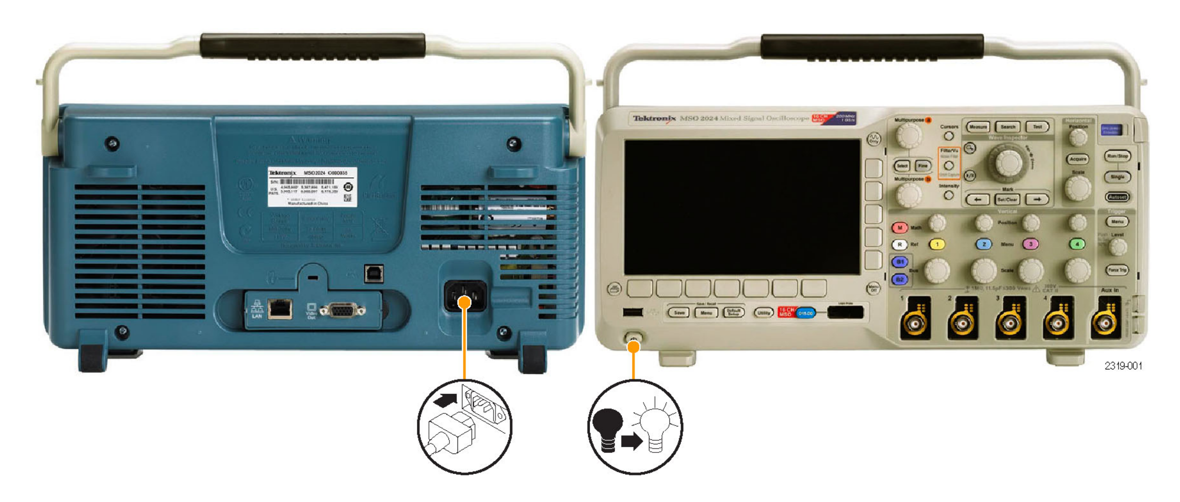
Einschalten des Oszilloskops

Erden des Oszilloskops und Erden des Benutzers

Bevor Sie den Netzschalter drücken, schließen Sie das Oszilloskop an einen elektrisch neutralen Referenzpunkt an, z. B. an die Erdung. Dazu schließen Sie den Netzstecker an einer geerdeten Steckdose an.

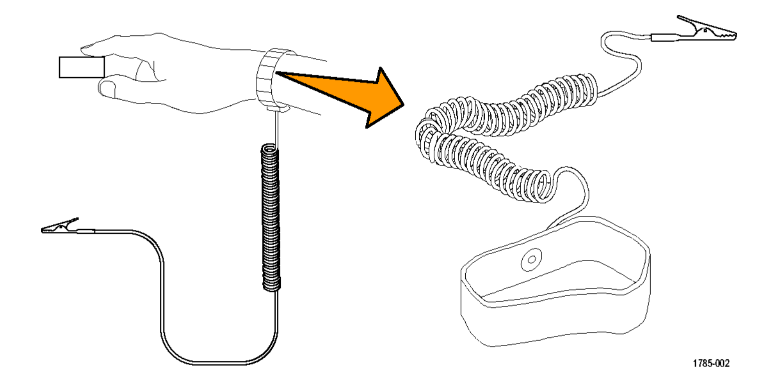
Die Erdung des Oszilloskops ist für die Sicherheit und die Genauigkeit der Messungen erforderlich. Das Oszilloskop muss an die gleiche Erdung angeschlossen sein wie sämtliche getesteten Schaltungen.

So schließen Sie das Netzkabel an und schalten das Oszilloskop ein:



Schnelltipps

Wenn Sie mit empfindlichen Bauteilen arbeiten, erden Sie sich. Durch die statische Elektrizität, die sich an Ihrem Körper aufbaut, können empfindliche Bauteile beschädigt werden. Durch ein Erdungsarmband werden statische Aufladungen Ihres Körpers sicher in den Boden geleitet.



Ausschalten des Oszilloskops

So schalten Sie das Oszilloskop aus und ziehen das Netzkabel ab:



Funktionstest

Führen Sie diesen schnellen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob Ihr Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

1. Schließen Sie das Netzkabel des Oszilloskops so an, wie in *Einschalten des Oszilloskops* beschrieben. (Siehe Seite 10.)

2. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



3. Schließen Sie die Tastkopfspitze von Tastkopf P2221 und den Referenzleiter an die **PROBE COMP**-Anschlüsse am Oszilloskop an.



4. Drücken Sie **Default Setup**.



5. Drücken Sie **Autoset**. Auf dem Bildschirm sollte jetzt ein Rechtecksignal angezeigt werden (ca. 5 V bei 1 kHz).



HINWEIS. *Die beste Leistung wird erreicht, wenn die vertikale Skala auf 1 V eingestellt wird.*

Wenn das Signal angezeigt wird, aber nicht die richtige Form aufweist, führen Sie die Schritte zur Kompensation des Tastkopfs durch. (Siehe Seite 12.)

Wenn kein Signal angezeigt wird, führen Sie die Schritte erneut durch. Wenn das Problem trotzdem weiter besteht, lassen Sie das Oszilloskop von qualifiziertem Kundendienstpersonal warten.

Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs

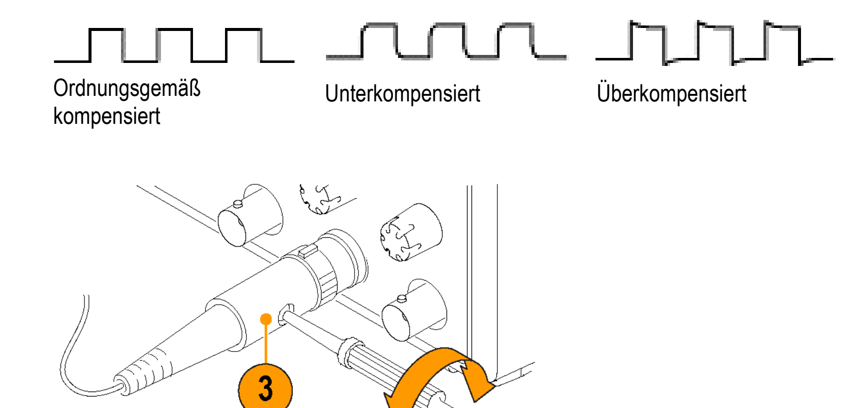
Wenn Sie einen passiven Spannungstastkopf zum ersten Mal an einen Eingangskanal anschließen, sollten Sie den Tastkopf kompensieren, um ihn mit dem betreffenden Eingangskanal des Oszilloskops abzugleichen.

So kompensieren Sie einen passiven Tastkopf:

1. Befolgen Sie die Schritte der Funktionsprüfung. (Siehe Seite 11.)

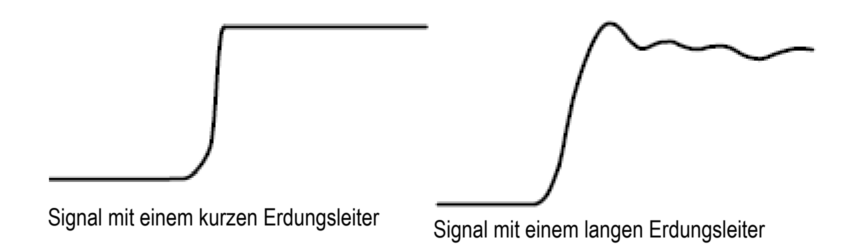
2. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals, um zu bestimmen, ob der Tastkopf ordnungsgemäß kompensiert ist.

3. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Wiederholen Sie diesen Vorgang so oft wie nötig.



Schnelltipps

Verwenden Sie einen möglichst kurzen Erdungsleiter und Signalpfad, um das tastkopfinduzierte Überschwingen und die Verzerrung des gemessenen Signals gering zu halten.



Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul

Für alle Anwendungsmodule, die nicht in Ihrem Oszilloskop installiert sind, steht Ihnen eine kostenlose 30-Tage-Testversion zur Verfügung. Der Testzeitraum beginnt, wenn Sie das Oszilloskop das erste Mal einschalten.

Wenn Sie nach 30 Tagen die Anwendung weiter nutzen möchten, müssen Sie das Modul käuflich erwerben. Wenn Sie sehen möchten, wann der Testzeitraum für die kostenlose Testversion abläuft, drücken Sie die Bedienfeldtaste **Utility**, drücken Sie die untere Rahmentaste **Weitere Optionen**, wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die Option **Konfig** aus, und drücken Sie die untere Rahmentaste **Info**.

Installieren eines Anwendungsmoduls



VORSICHT. Um Schäden am Oszilloskop oder am Anwendungsmodul zu vermeiden, beachten Sie die Sicherheitsmaßnahmen hinsichtlich elektrostatischer Entladung. *(Siehe Seite 10, Einschalten des Oszilloskops.)*

Trennen Sie das Oszilloskop von der Stromversorgung, bevor Sie ein Anwendungsmodul entfernen oder hinzufügen.

(Siehe Seite 11, Ausschalten des Oszilloskops.)

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen des Oszilloskops erweitert werden. Sie können ein oder zwei Anwendungsmodule gleichzeitig installieren. Ein Anwendungsmodul wird in dem Steckplatz mit einem Fenster oben rechts auf dem Bedienfeld installiert. Ein weiterer Steckplatz befindet sich direkt hinter dem sichtbaren Steckplatz. Installieren Sie in diesem Steckplatz das Modul so, dass die Beschriftung von Ihnen weg zeigt.

Weitere Informationen zur Installation und zum Testen von Anwendungsmodulen finden Sie in den Anleitungen zur *Installation von Anwendungsmodulen für Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000*.

HINWEIS. Wenn Sie ein Anwendungsmodul entfernen, können Sie nicht mehr auf die durch dieses Modul zur Verfügung gestellten Funktionen zugreifen. Um die Funktionen wieder verfügbar zu machen, trennen Sie das Oszilloskop von der Stromversorgung, installieren das Modul neu und schalten das Oszilloskop wieder ein.

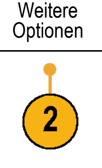
Ändern der Sprache der Benutzeroberfläche

Wenn Sie die Sprache der Benutzeroberfläche des Oszilloskops ändern und die Beschriftungen der Bedienfeldtasten mithilfe eines Overlay ändern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

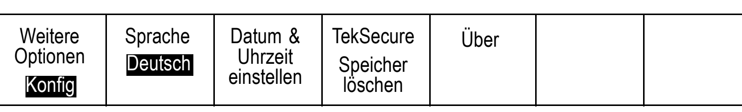
1. Drücken Sie **Utility**.

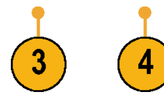


2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.





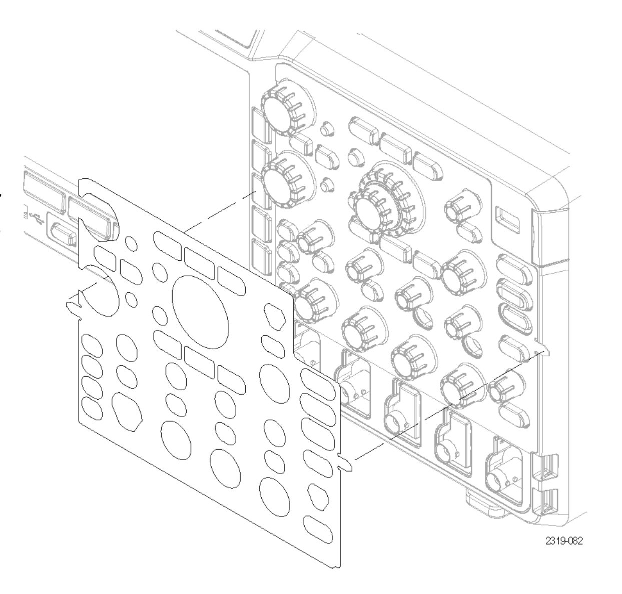
4. Drücken Sie **Sprache** im Menü auf dem unteren Rahmen.

5. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie die gewünschte Sprache aus. Sie haben die folgenden Auswahlmöglichkeiten: Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Brasilianisches Portugiesisch, Russisch, Japanisch, Koreanisch, Chinesisch (vereinfacht) und Chinesisch (traditionell).



6. Wenn Sie „English“ auswählen, achten Sie darauf, dass das austauschbare Plastik-Frontplattenoverlay abgenommen ist.

   Wenn Sie eine andere Sprache als Englisch auswählen, legen Sie das Plastik-Overlay für die gewünschte Sprache über die eigentliche Frontplatte, um die Beschriftungen in diese Sprache zu ändern.



Ändern von Datum und Uhrzeit

So stellen Sie die interne Uhr auf das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit ein:

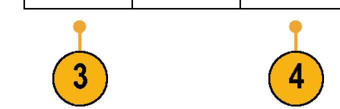
1. Drücken Sie **Utility**.



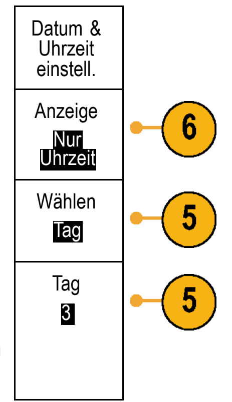
2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



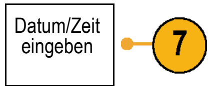
3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.
4. Drücken Sie **Datum & Uhrzeit einstellen.**



5. Drücken Sie die seitlichen Rahmentasten, und stellen Sie mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** die Werte für **Tag**, **Monat**, **Jahr**, **Std** und **Minute** ein.
6. Drücken Sie **Anzeige**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um **Datum & Uhrzeit**, **Nur Datum**, **Nur Uhrzeit** oder **Kein** auszuwählen.



7. Drücken Sie **Datum/Zeit eingeben**.



Signalpfadkompensation

Die Signalpfadkompensation (SPC) korrigiert Gleichstromschwankungen, die durch Temperaturabweichungen und/oder langfristige Drifts verursacht wurden. Führen Sie die Signalpfadkompensation stets aus, wenn sich die Umgebungstemperatur um mehr als 10 °C geändert hat, oder aber einmal in der Woche, wenn Sie vertikale Einstellungen von 5 mV oder weniger pro Skalenteil verwenden. Anderenfalls erreicht das Oszilloskop bei diesen Einstellungen für Volt/Skalenteil möglicherweise nicht die garantierte Leistung.

So kompensieren Sie den Signalpfad:

1. Warten Sie mindestens 20 Minuten, bis das Oszilloskop seine Betriebstemperatur erreicht hat. Entfernen Sie sämtliche Eingangssignale (Tastköpfe und Kabel) aus den Kanaleingängen. Die SPC wird durch Eingangssignale mit Wechselstromkomponenten negativ beeinflusst.



2. Drücken Sie **Utility**.

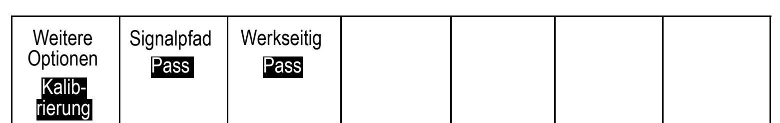


3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Kalibrierung** aus.

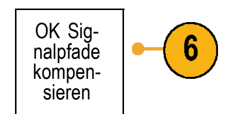
5. Drücken Sie im auf dem unteren Rahmen angezeigten Menü auf die Menüoption **Signalpfad**.







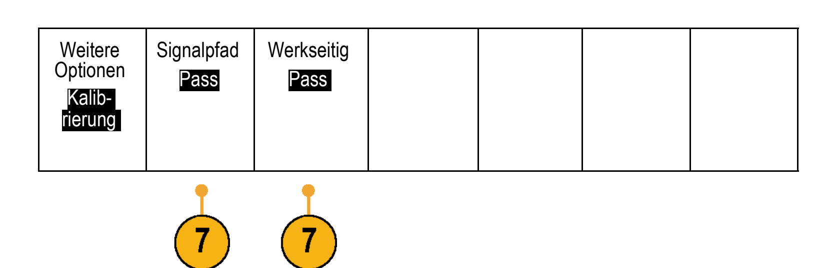
6. Drücken Sie in dem daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen auf **OK Signalpfade kompensieren**.



Das Oszilloskop zeigt eine Meldung an, wenn die Kalibrierung abgeschlossen ist. Drücken Sie **Menu Off**, um die Meldung zu entfernen.



7. Überzeugen sie sich, dass auf der Statusanzeige im Menü auf dem unteren Rahmen nach der Kalibrierung **Pass** angezeigt wird.



Wenn die Meldung weiterhin angezeigt wird, kalibrieren Sie das Oszilloskop erneut oder lassen es von qualifiziertem Kundendienstpersonal warten.

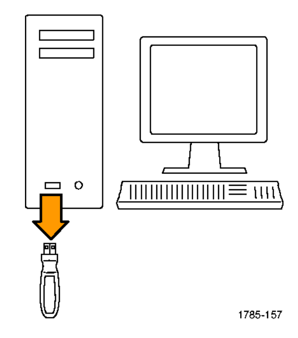
Vom Kundendienstpersonal werden die werkseitigen Kalibrierungsfunktionen verwendet, um die internen Spannungsbezugspunkte des Oszilloskops unter Verwendung von externen Quellen zu kalibrieren. Wenden Sie sich an die Tektronix-Niederlassung oder Ihren Händler vor Ort, wenn Sie bei der werkseitigen Kalibrierung Unterstützung benötigen.

HINWEIS. *Die Signalpfadkompensation beinhaltet keine Kalibrierung der Tastkopfspitze.* *(Siehe Seite 12, Kompensieren eines passiven Spannungstastkopfs.)*

Aktualisieren der Firmware

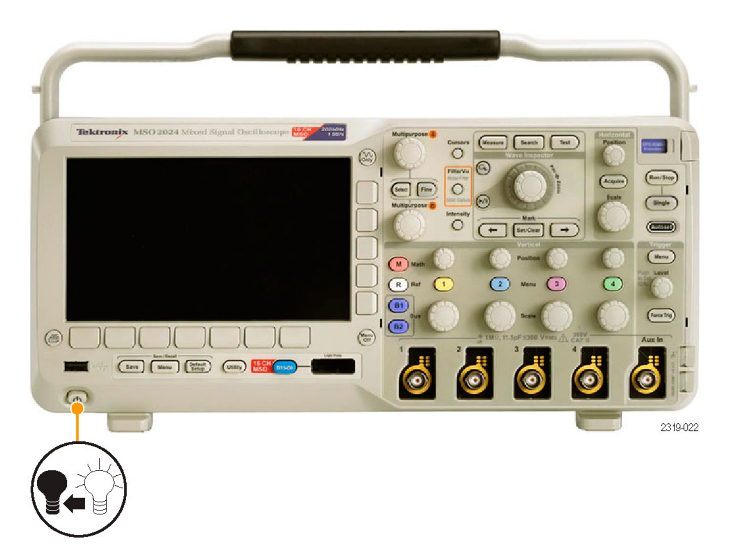
So aktualisieren Sie die Firmware des Oszilloskops:

1. Öffnen Sie einen Webbrowser, und besuchen Sie die Website www.tektronix.com/software. Wechseln Sie zur Softwaresuche. Laden Sie die neueste Firmware für Ihr Oszilloskop auf Ihren PC herunter.



Entpacken Sie die Dateien, und kopieren Sie die Datei firmware.img in den Stammordner eines USB-Flash-Laufwerks.

2. Schalten Sie das Oszilloskop aus.



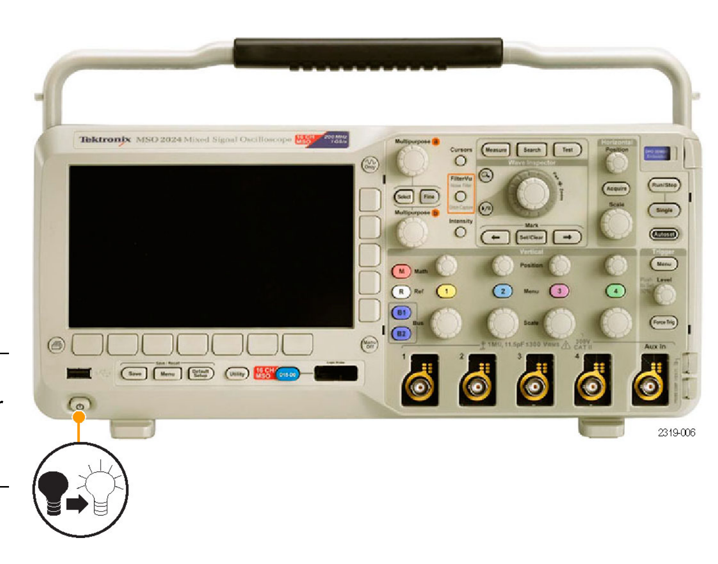
3. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Anschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.



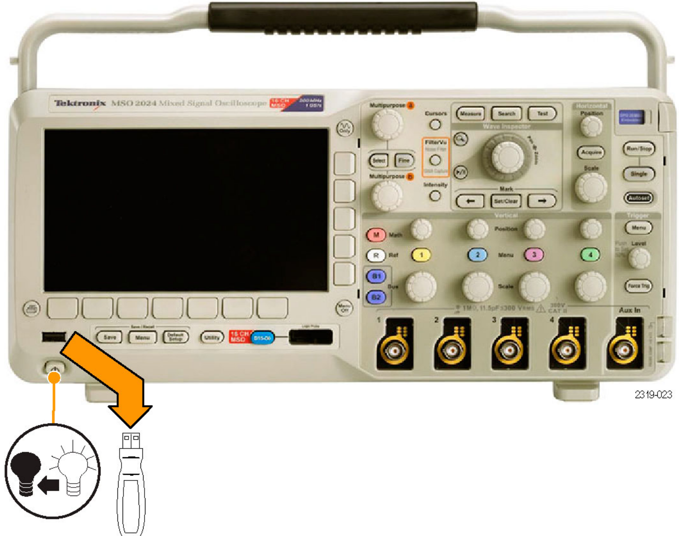
4. Schalten Sie das Oszilloskop ein. Das Oszilloskop erkennt automatisch die neue Firmware und installiert sie.

   Wenn das Oszilloskop die Firmware nicht installiert, führen Sie die Schritte erneut durch. Wenn das Problem weiterhin besteht, verwenden Sie ein anderes USB-Flash-Laufwerksmodell. Danach wenden Sie im Bedarfsfall an qualifiziertes Kundendienstpersonal.

HINWEIS. *Das Oszilloskop muss die Installation der Firmware beendet haben, bevor Sie das Oszilloskop ausschalten bzw. Sie das USB-Flash-Laufwerk entnehmen.*



5. Schalten Sie das Oszilloskop aus, und entnehmen Sie das USB-Flash-Laufwerk.



6. Schalten Sie das Oszilloskop ein.



7. Drücken Sie **Utility**.



8. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



9. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.

10. Drücken Sie **Version**. Die Versionsnummer der Firmware wird auf dem Oszilloskop angezeigt.

11. Überzeugen Sie sich, dass die Versionsnummer mit der der neuen Firmware übereinstimmt.







Anschließen des Oszilloskops an einen Computer

Sie können Ihre Arbeit auch für spätere Zwecke archivieren. Anstatt Bildschirmabbildungen und Signaldaten auf einem USB-Flash-Laufwerk zu speichern und einen Bericht zu einem späteren Zeitpunkt zu erstellen, können Sie eine Kopie der Bild- oder Signaldaten auch direkt von einem Remote-PC zur Analyse abrufen. Außerdem können Sie von Ihrem Computer aus ein Oszilloskop an einem entfernten Ort steuern. (Siehe Seite 122, *Speichern einer Bildschirmdarstellung*.) (Siehe Seite 123, *Speichern und Abrufen von Signaldaten*.)

Es gibt zwei Möglichkeiten, das Oszilloskop an einen Computer anzuschließen: über VISA (Virtual Instrument Software Architecture)-Treiber und über die e*Scope Webtools. Mit VISA können Sie von Ihrem Computer aus über eine Softwareanwendung mit dem Oszilloskop kommunizieren. Mit e*Scope können Sie über einen Webbrowser mit dem Oszilloskop kommunizieren.

Verwenden von VISA

Mit VISA können Sie einen Windows-Computer verwenden, um Oszilloskop-Daten zur Verwendung in einem auf dem PC ausgeführten Analysepaket zu erfassen. Dabei kann es sich um Microsoft Excel, National Instruments LabVIEW oder ein selbst erstelltes Programm handeln. Zum Anschließen des Computers an das Oszilloskop können Sie eine normale Kommunikationsverbindung verwenden, wie z. B. USB oder Ethernet.

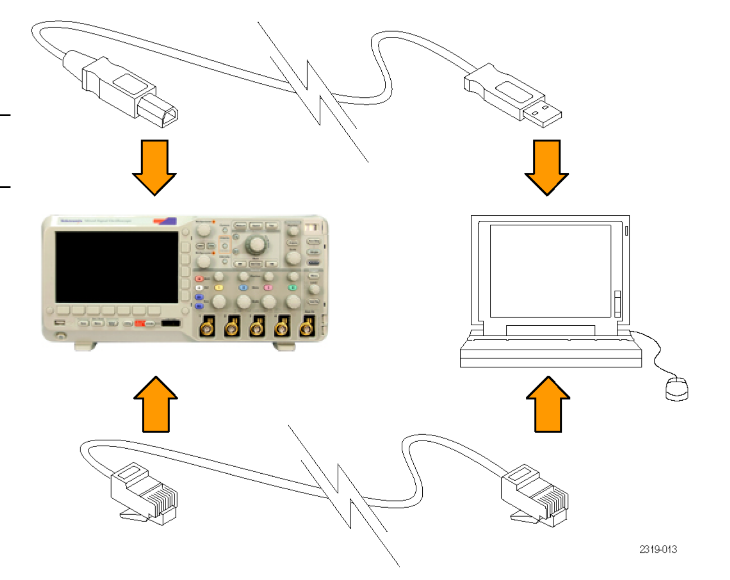
So richten Sie die VISA-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Computer ein:

1. Laden Sie die VISA-Treiber auf den Computer.

   Sie finden die Treiber auf der zugehörigen CD, die mit dem Oszilloskop mitgeliefert wird, oder auf der Tektronix-Website für Softwaresuche (www.tektronix.com).

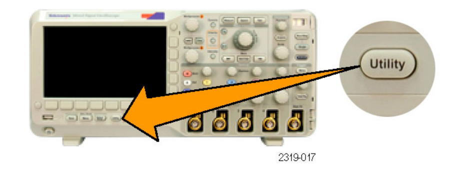
2. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem geeigneten USB- oder Ethernet-Kabel an den Computer an.

HINWEIS. *Für die Ethernet-Verbindung ist Modul DPO2CONN erforderlich.*



Für die Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem GPIB-System schließen Sie das Oszilloskop mit einem USB-Kabel an den TEK-USB-488-GPIB-USB-Adapter an. Schließen Sie den Adapter dann über ein GPIB-Kabel an das GPIB-System an. Schalten Sie das Oszilloskop ein.

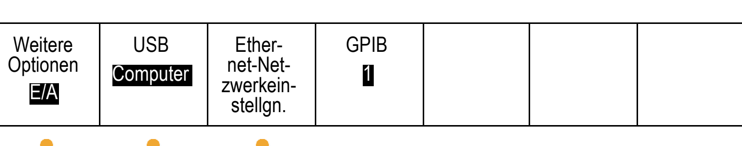
3. Drücken Sie **Utility**.



4. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



5. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.

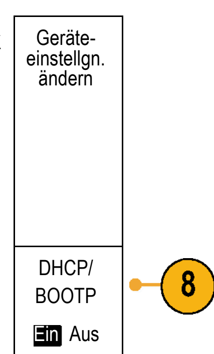


6. Wenn zwischen dem Oszilloskop und Ihrem Computer ein USB-Kabel angeschlossen ist, stellt sich das Oszilloskop automatisch ein.

   Stellen Sie sicher, dass im Menü auf dem unteren Rahmen die Option **USB** aktiviert ist. Wenn dies nicht der Fall ist, drücken Sie **USB**, und nehmen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die entsprechende Auswahl vor.

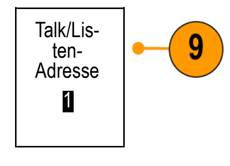
7. Zur Verwendung von Ethernet drücken Sie **Ethernet-Netzwerkeinstellungen**.

8. Wenn Sie über ein DHCP-Ethernet-Netzwerk verfügen und ein durchgeschaltetes Kabel einsetzen, stellen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen DHCP auf **Ein** ein. Wenn Sie ein Ethernet-Kreuzkabel verwenden, müssen Sie DHCP auf **Aus** einstellen und eine feste TCP/IP-Adresse festlegen.



9. Wenn Sie GPIB verwenden, drücken Sie **GPIB**. Geben Sie mit Hilfe des Mehrzweck-Drehknopfs **a** im Menü auf dem seitlichen Rahmen die GPIB-Adresse ein.

   Auf diese Weise legen Sie die GPIB-Adresse für einen angeschlossenen TEK-USB-488-Adapter fest.



10. Führen Sie die Anwendungssoftware auf dem Computer aus.



Schnelltipps

- Die mit dem Oszilloskop gelieferten CDs enthalten eine Reihe Windows-basierter Softwaretools, die eine effiziente Verbindung zwischen dem Oszilloskop und Ihrem Computer sicherstellen sollen. Über Symbolleisten können Microsoft Excel und Word problemlos aufgerufen werden. Zudem steht das unabhängige Erfassungsprogramm OpenChoice Desktop zur Verfügung.

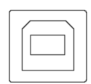
USB-Hostanschluss

Schließen Sie USB-Flash-Laufwerke und Tastaturen an den USB 2.0 Host Port auf der Vorderseite des Oszilloskops an.



USB-Geräteanschluss

Schließen Sie PCs oder PictBridge-Drucker an den USB 2.0-Geräteport auf der Rückseite des Oszilloskops an.



Verwenden von e*Scope

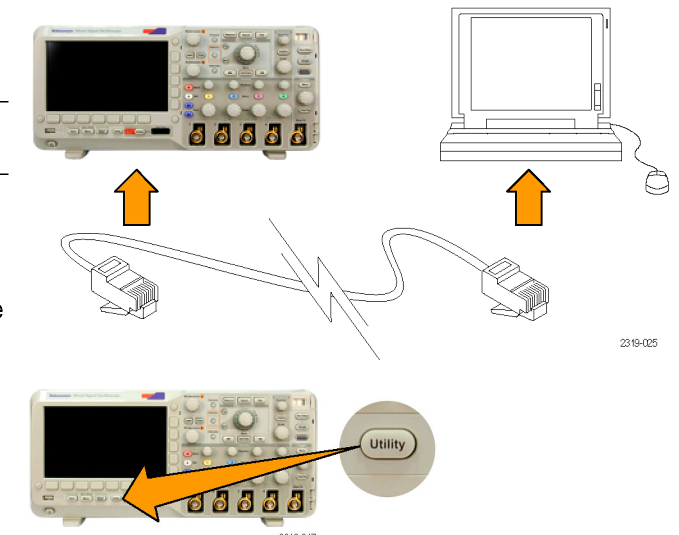
Über e*Scope können Sie mit einem Browser von Ihrer Workstation, Ihrem PC oder Laptop aus auf jedes an das Internet angeschlossene Oszilloskop der Serien DPO2000 oder MSO2000 zugreifen. Unabhängig von Ihrem Standort genügt ein ein Computer mit Browser, damit Sie die Verbindung zum Oszilloskop herstellen können.

So richten Sie die e*Scope-Kommunikation zwischen dem Oszilloskop und einem Webbrowser auf einem Remotecomputer ein:

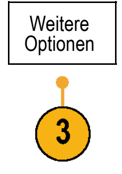
1. Verbinden Sie das Oszilloskop über ein geeignetes Ethernet-Kabel mit dem Computer.

__HINWEIS.__ Für die Ethernet-Verbindung ist Modul DPO2CONN erforderlich.

Wenn der Anschluss direkt an Ihren PC erfolgen soll, benötigen Sie ein Ethernet-Kreuzkabel. Beim Anschluss an ein Netzwerk oder einen Hub benötigen Sie ein durchgeschaltetes Ethernet-Kabel.



2. Drücken Sie **Utility**.



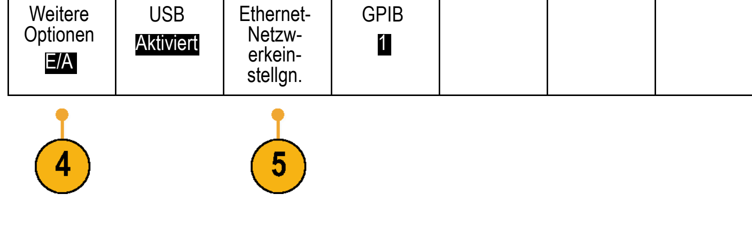
3. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

Weitere Optionen

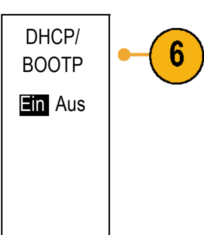
3

4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **E/A** aus.

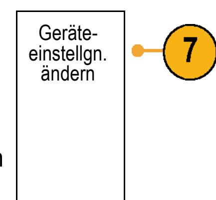
5. Drücken Sie **Ethernet-Netzwerkeinstellgn**.



6. Wenn Sie über ein DHCP-Ethernet-Netzwerk verfügen und dynamische Adressierung verwenden, stellen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen DHCP auf **Ein** ein. Wenn Sie die statische Adressierung verwenden, stellen Sie den Wert auf **Aus** ein.



7. Drücken Sie **Geräteeinstellgn. ändern**. Wenn Sie DHCP verwenden, notieren Sie die Ethernet-Adresse und den Gerätenamen. Wenn Sie statische Adressierung verwenden, geben Sie die von Ihnen verwendete Ethernet-Adresse ein.



HINWEIS. *Je nach Typ und Geschwindigkeit des Netzwerks, mit dem Ihr Oszilloskop verbunden ist, sehen Sie nach Drücken der DHCP/BOOTP-Taste möglicherweise nicht sofort die Aktualisierung des Feld DHCP/BOOTP. Die Aktualisierung kann einige Sekunden dauern.*

8. Starten Sie den Browser auf dem Remotecomputer. Geben Sie in der Adresszeile des Browsers die IP-Adresse oder, falls DHCP am Oszilloskop auf **Ein** gestellt ist, einfach den Gerätenamen ein.

   Nun sollte im Webbrowser der e*Scope-Bildschirm mit der Oszilloskopanzeige angezeigt werden. Wenn e*Scope nicht funktioniert, führen Sie die Schritte erneut durch. Wenn das Programm danach immer noch nicht funktioniert, wenden Sie sich an qualifiziertes Kundendienstpersonal.

Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop

Sie können eine USB-Tastatur an einen USB-Hostanschluss auf der Vorderseite des Oszilloskops anschließen. Das Oszilloskop erkennt die Tastatur, auch wenn sie bei eingeschaltetem Oszilloskop angeschlossen wird. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

Kennenlernen des Oszilloskops

Menüs und Bedienelemente auf der Frontplatte

An der Frontplatte befinden sich Tasten und Bedienelemente für die am häufigsten verwendeten Funktionen. Mit den Menütasten können Sie auf Spezialfunktionen zugreifen.

Verwenden des Menüsystems

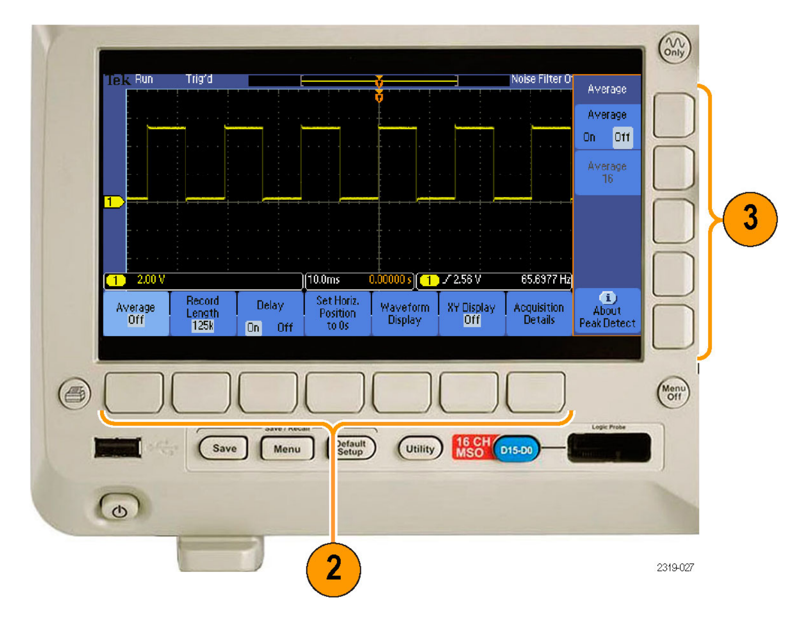
So verwenden Sie das Menüsystem:

1. Drücken Sie eine Menütaste auf der Frontplatte, um das Menü anzuzeigen, das Sie verwenden möchten.



2319-026

2. Drücken Sie eine der Tasten auf dem unteren Rahmen, um ein Menüelement auszuwählen. Wenn ein Popout-Menü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die gewünschte Option aus. Wenn ein Popup-Menü angezeigt wird, drücken Sie die Taste erneut, um die gewünschte Option auszuwählen.



2319-027

3. Drücken Sie eine Taste am seitlichen Rahmen, um ein entsprechendes Menüelement auszuwählen.

   Wenn es mehrere Auswahlmöglichkeiten gibt, drücken Sie die Taste am seitlichen Rahmen erneut, um durch die Optionen zu blättern.

   Wenn ein Popout-Menü angezeigt wird, wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die gewünschte Option aus.

4. Um ein Menü auf dem seitlichen Rahmen zu entfernen, drücken Sie die Taste auf dem unteren Rahmen erneut oder drücken **Menu Off**.



5. Bei einigen Menüoptionen müssen Sie einen numerischen Wert eingeben, um das Einrichten abzuschließen. Mit dem oberen und dem unteren Mehrzweck-Drehknopf (**a** bzw. **b**) stellen Sie die Werte ein.

6. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen zu aktivieren oder zu deaktivieren.



Verwenden der Menütasten

Mit den Menütasten können Sie viele Oszilloskopfunktionen ausführen.

1. **Messen**. Drücken Sie die Taste, um automatisierte Messungen von Signalen durchzuführen oder den Cursor zu konfigurieren.

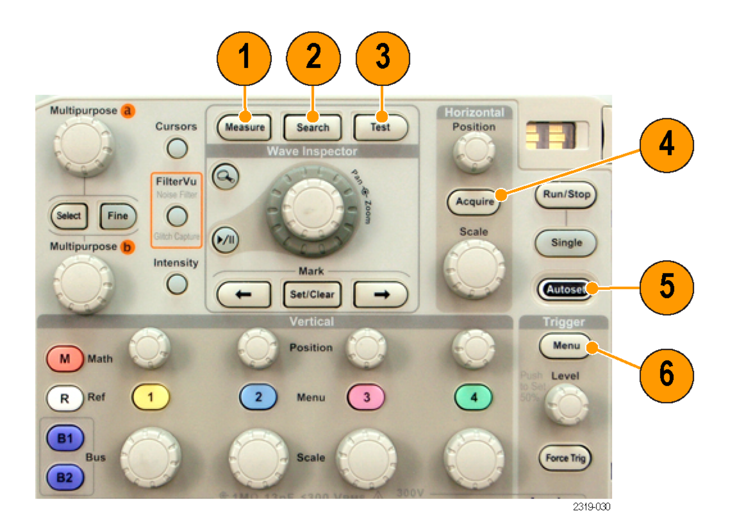
2. **Suchen**. Drücken Sie diese Taste, um erfasste Daten nach benutzerdefinierten Ereignissen/Kriterien zu durchsuchen.

3. **Test**. Drücken Sie die Taste, um erweiterte oder anwendungsspezifische Testfunktionen zu aktivieren.

4. **Erfassen**. Drücken Sie die Taste, um den Erfassungsmodus und die Aufzeichnungslänge einzustellen.

5. **Auto-Setup**. Drücken Sie diese Taste, um die Einstellungen für das Oszilloskop automatisch einzurichten.

6. **Trigger-Menü**. Drücken Sie diese Taste, um die Trigger-Einstellungen anzugeben.

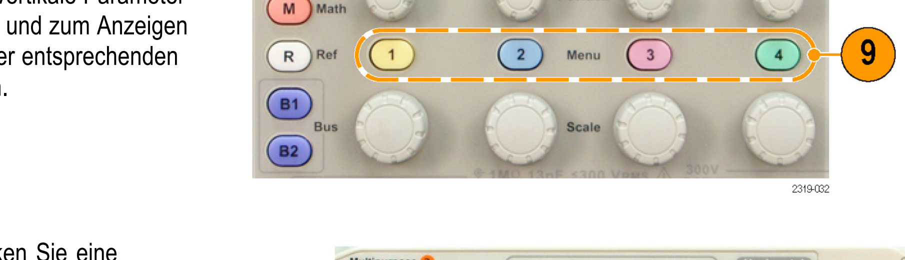


7. **Utility**. Drücken Sie diese Taste, um Utility-Funktionen des Systems zu aktivieren, z. B. die Sprachauswahl oder die Einstellungen für Datum und Uhrzeit.

8. **Menü Save / Recall**. Drücken Sie diese Taste, um Setups, Signale und Bildschirmabbildungen in einem internen Speicher oder auf einem USB-Flash-Laufwerk zu speichern bzw. von dort abzurufen.

2319-031

9. Kanal **1**, **2**, **3** oder **4 Menü**. Drücken Sie die Tasten, um vertikale Parameter für Eingangssignale und zum Anzeigen bzw. Ausblenden der entsprechenden Signale einzustellen.



2319-032

10. **B1** oder **B2**. Drücken Sie eine Taste, um einen seriellen Bus zu definieren und anzuzeigen, wenn Sie über die entsprechenden Modulanwendungsschlüssel verfügen. Modul DPO2AUTO unterstützt CAN- und LIN-Busse. Modul DPO2EMBD unterstützt I²C und SPI. Modul DPO2COMP unterstützt RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Busse.

    Bei Oszilloskopen der Serie MSO2000 ist Unterstützung für Parallelbusse verfügbar.

    Drücken Sie die Tasten **B1** oder **B2**, um den entsprechenden Bus anzuzeigen oder auszublenden.



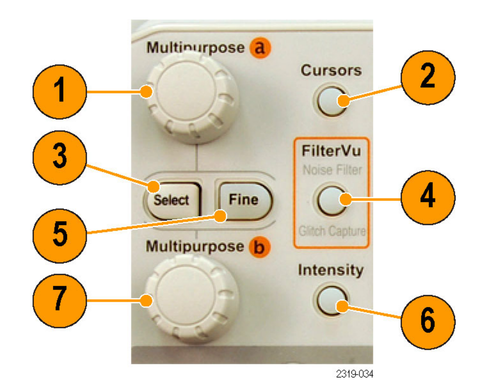
2319-033

11. **R**. Drücken Sie die Taste, um Referenzsignale zu verwalten, einschließlich Anzeigen oder Ausblenden einzelner Referenzsignale.

12. **M**. Drücken Sie die Taste, um mathematische Signale zu verwalten, einschließlich Anzeigen oder Ausblenden einzelner mathematischer Signale.

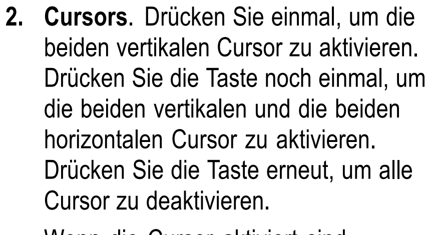
Verwendung weiterer Bedienelemente

Mit diesen Tasten und Drehknöpfen können Sie Signale, Cursor und andere Dateneingaben steuern.



1. Drehen Sie den oberen Mehrzweck-Drehknopf **a**, wenn dieser aktiviert ist, um einen Cursor zu verschieben, einen numerischen Parameterwert für ein Menüelement festzulegen oder um aus einer Popup-Liste von Optionen eine Auswahl zu treffen. Drücken Sie die Taste **Fein**, um zwischen gröberen und feineren Anpassungen umzuschalten.

   Über Bildschirmsymbole werden Sie informiert, ob **a** oder **b** aktiv ist.



2. **Cursors**. Drücken Sie einmal, um die beiden vertikalen Cursor zu aktivieren. Drücken Sie die Taste noch einmal, um die beiden vertikalen und die beiden horizontalen Cursor zu aktivieren. Drücken Sie die Taste erneut, um alle Cursor zu deaktivieren.

   Wenn die Cursor aktiviert sind, können Sie ihre Position mit den Mehrzweck-Drehknöpfen steuern.

3. **Wählen**. Drücken Sie die Taste, um spezielle Funktionen zu aktivieren.

   Bei Verwendung der beiden vertikalen Cursor (und ohne sichtbare horizontale Cursor) können Sie diese Taste drücken, um die Cursor zu koppeln oder zu entkoppeln. Wenn sowohl die beiden vertikalen als auch die beiden horizontalen Cursor sichtbar sind, können Sie diese Taste drücken, um entweder die vertikalen oder die horizontalen Cursor zu aktivieren.

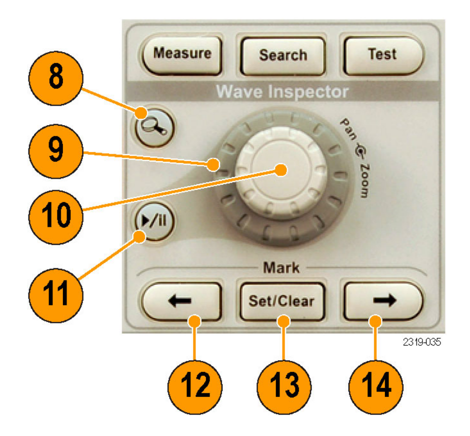
4. **FilterVu**. Drücken Sie diese Taste, um unerwünschtes Rauschen aus dem Signal zu entfernen, jedoch trotzdem Glitches zu erfassen.

5. **Fein**. Drücken Sie die Taste, um zwischen gröberen und feineren Anpassungen mit den Drehknöpfen für vertikale und horizontale Positionen, dem Drehknopf für den Trigger-Pegel und vielen Aktionen mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** umzuschalten.

6. **Intensität**. Drücken Sie diese Taste, um Mehrzweck-Drehknopf **a** zum Steuern der Signalanzeige-Intensität und Drehknopf **b** zum Steuern der Rasterintensität zu aktivieren.

7. Drehen Sie den unteren Mehrzweck-Drehknopf **b**, wenn dieser aktiviert ist, um einen Cursor zu verschieben oder einen numerischen Parameterwert für ein Menüelement einzustellen. Drücken Sie **Fein**, um die Einstellungen in kleineren Schritten vorzunehmen.

8. **Zoom**-Taste. Drücken Sie die Taste, um den Zoommodus zu aktivieren.



9. **Verschieben** (äußerer Drehknopf). Drehen Sie den Drehknopf, um die Position des Zoomfensters im erfassten Signal zu verschieben.

10. **Zoom** (innerer Drehknopf). Drehen Sie den Knopf, um den Zoomfaktor zu steuern. Durch Drehen im Uhrzeigersinn wird der Zoomfaktor vergrößert. Durch Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn wird der Zoomfaktor verkleinert.

11. **Wiedergabe/Pause**-Taste. Drücken Sie die Taste, um das automatische Verschieben eines Signals zu starten oder anzuhalten. Steuern Sie die Geschwindigkeit und die Richtung mit dem Drehknopf zum Verschieben.

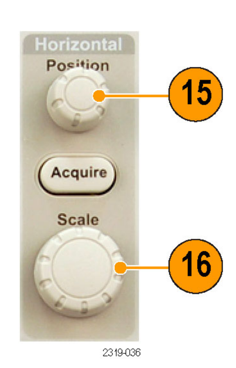
12. ← **Rückwärts**. Drücken Sie die Taste, um zur vorherigen Signalmarkierung zu springen.

13. **Markierung setzen/löschen**. Drücken Sie die Taste, um eine Signalmarkierung festzulegen oder zu löschen.

14. → **Vorwärts**. Drücken Sie die Taste, um zur nächsten Signalmarkierung zu springen.

15. **Horizontale Position**. Drehen Sie den Knopf, um die Position des Triggerpunktes im Verhältnis zu den erfassten Signalen festzulegen. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen vorzunehmen.

16. **Horizontalskala**. Drehen Sie den Knopf, um die Horizontalskala (Zeit/Skalenteil) anzupassen.



17. **Start/Stop**. Drücken Sie die Taste, um Erfassungsvorgänge zu starten oder zu stoppen.

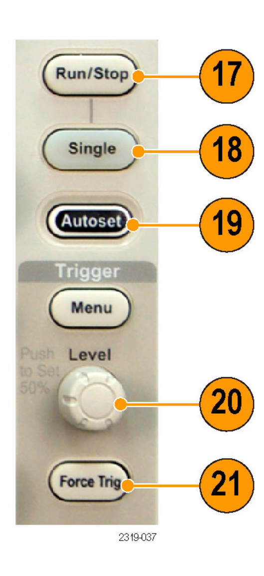
18. **Einzel**. Drücken Sie die Taste, um eine Einzelerfassung vorzunehmen.

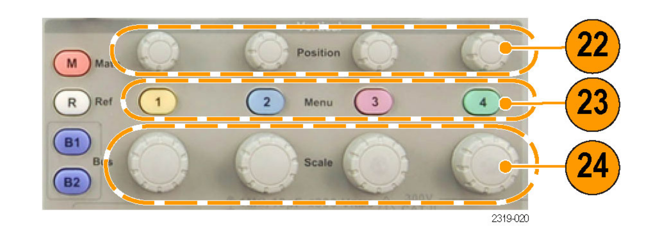
19. **Auto-Setup**. Drücken Sie die Taste, um die Bedienelemente für die Vertikale, die Horizontale und für Trigger automatisch für eine benutzerfreundliche, stabile Anzeige einzurichten.

20. **Triggerpegel**. Drehen Sie den Knopf, um den Triggerpegel einzustellen.

    Drücken, um auf 50 % zu setzen. Stellen Sie über den Triggerpegel-Drehknopf den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals ein.

21. **Trigger erzwingen**. Drücken Sie die Taste, um ein unmittelbares Triggerereignis zu erzwingen.





22. **Vertikale Position**. Drehen Sie den Knopf, um die vertikale Position des betreffenden Signals anzupassen. Drücken Sie **Fein**, um kleinere Anpassungen vorzunehmen.

23. **1, 2, 3, 4**. Drücken Sie die Tasten, um das betreffende Signal anzuzeigen bzw. auszublenden und auf das vertikale Menü zuzugreifen.

24. **Vertikalskala**. Drehen Sie den Knopf, um den Faktor der vertikalen Skalierung (Volt/Skalenteil) des betreffenden Signals anzupassen.



25. **Drucken**. Drücken Sie diese Taste, um auf einem PictBridge-Drucker zu drucken.

26. **Netzschalter**. Zum Ein- oder Ausschalten des Oszilloskops drücken.

27. **USB 2.0 Host Port**. Schließen Sie ein USB-Peripheriegerät, wie z. B. eine Tastatur oder ein Flash-Laufwerk, an das Oszilloskop an.

28. **Save**. Drücken Sie die Taste, um sofort einen Speichervorgang auszulösen. Für den Speichervorgang werden die aktuellen, im Menü „Save/Recall" eingestellten Speicherparameter verwendet.

29. **Default Setup**. Drücken Sie die Taste, um die Grundeinstellungen des Oszilloskops sofort wiederherzustellen.

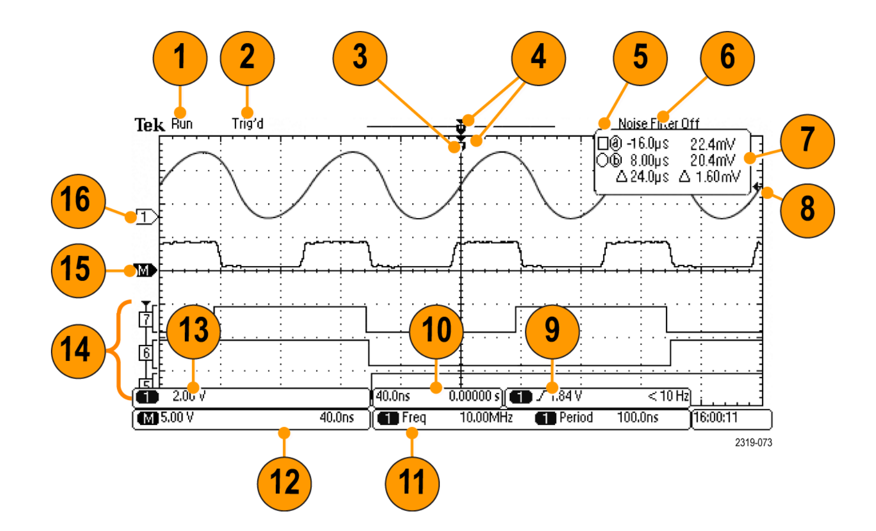
30. **D15-D0**. Drücken Sie diese Taste, um die digitalen Kanäle anzuzeigen bzw. von der Anzeige zu entfernen, und um auf das Menü zum Einrichten digitaler Kanäle zuzugreifen (nur Serie MSO2000).

31. **Menu Off**. Drücken sie die Taste, um ein auf dem Bildschirm angezeigtes Menü auszublenden.

32. **Waveform Only** (Nur Signal). Drücken Sie diese Taste, um Menü- und Anzeigeinformationen vom Bildschirm zu entfernen, sodass nur das Signal oder der Bus angezeigt wird. Wenn Sie die Taste erneut drücken, werden die vorherigen Menü- und Anzeigeinformationen wieder angezeigt.

Symbole und andere Elemente der Anzeige

Auf dem Bildschirm können die folgenden Elemente angezeigt werden. Nicht alle Elemente sind jederzeit sichtbar. Manche Anzeigeelemente verschieben sich auch außerhalb des Rasterbereichs, wenn die Menüs deaktiviert sind.

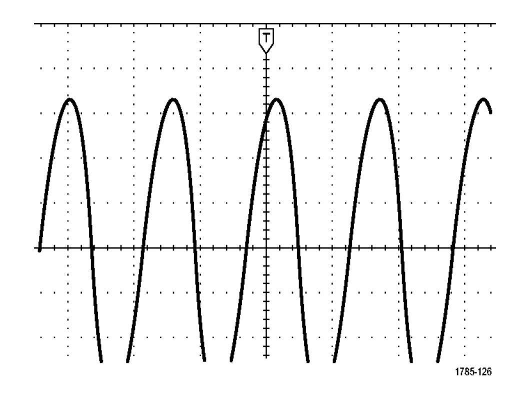


1. Die Erfassungs-Messwertanzeige wird eingeblendet, wenn eine Erfassung ausgeführt oder angehalten wird, oder wenn eine Erfassungs-Voransicht angezeigt wird. Die Symbole bedeuten Folgendes:

   - Run: Erfassung aktiviert
   - Stopp: Erfassung nicht aktiviert
   - Roll: Im Rollmodus (40 ms pro Skalenteil oder langsamer)
   - PreVu: In diesem Zustand ist das Oszilloskop angehalten oder befindet sich zwischen Triggern. Sie können die horizontale oder vertikale Position oder Skalierung ändern, um ein ungefähres Abbild der nächsten Erfassung anzuzeigen.

2. Die Triggerstatusanzeige gibt den Triggerstatus an. Folgende Status sind möglich:
   - Getrig: Getriggert
   - Auto: Ungetriggerte Daten werden erfasst
   - Vortrig: Vortriggerdaten werden erfasst
   - Trig?: Wartet auf Trigger

3. Das Symbol für die Triggerposition gibt an, wo der Trigger bei der Erfassung aufgetreten ist.



4. Das Symbol für Dehnungspunkte (ein oranges Dreieck) zeigt den Punkt an, an dem sich die horizontale Skalierung dehnt und komprimiert.

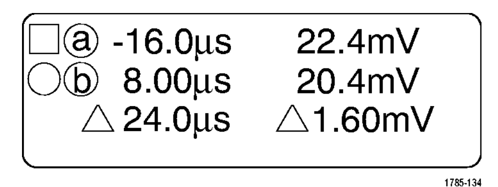
5. Die Signaldatensatzanzeige zeigt die Triggerstelle im Verhältnis zum Signaldatensatz an. Die Linienfarbe entspricht der ausgewählten Signalfarbe.

6. Die FilterVu-Anzeige gibt an, ob der variable Tiefpassfilter aktiv ist.

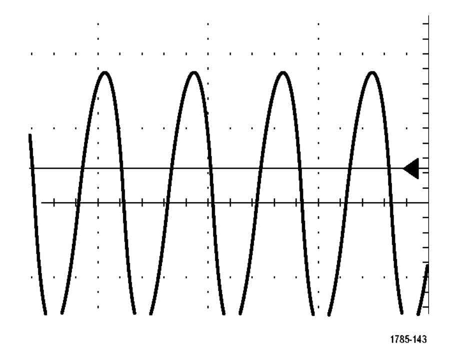
7. Die Cursor-Anzeige gibt die Zeit-, Amplituden- und Delta-Werte (Δ) jedes Cursors an.

   Bei FFT-Messungen werden Frequenz und Betrag angegeben.

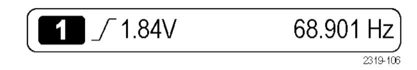
   Die Anzeige zeigt für serielle Busse die decodierten Werte an.



8. Das Symbol für den Triggerpegel zeigt den Triggerpegel des Signals an. Die Symbolfarbe entspricht der Farbe des Triggerquellkanals.



9. Die Triggeranzeige gibt Triggerquelle, -flanke und -pegel sowie die Frequenz für einen Flankentrigger an. Die Triggeranzeigen für andere Triggertypen geben auch andere Parameter an.



10. Die Anzeige für die horizontale Position/Skala gibt auf der oberen Zeile die Horizontalskala (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontalskala**) an.

    40.00ns 0.00000 s
    2319-101

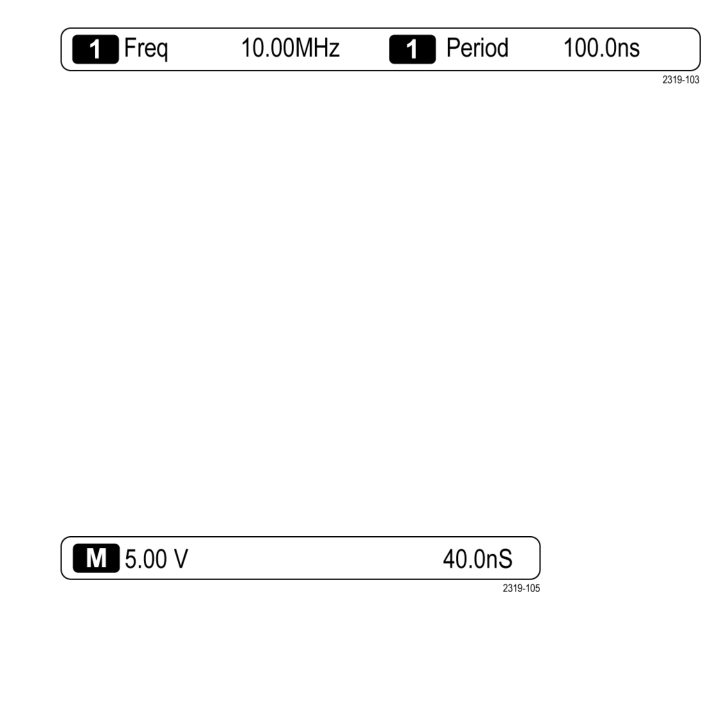
    Bei aktiviertem **Verzögerungsmodus** zeigt die untere Zeile die Zeit vom T-Symbol bis zum Dehnungspunktsymbol (einstellbar mit dem Drehknopf **Horizontale Position**) an.

    Über die horizontale Position können Sie zusätzliche Verzögerungen zwischen dem Triggerzeitpunkt und der eigentlichen Erfassung der Daten einfügen. Stellen Sie eine negative Zeit ein, um mehr Vortriggerinformationen zu erfassen.

    Bei deaktiviertem **Verzögerungsmodus** zeigt die untere Zeile die Zeitposition des Triggers innerhalb der Erfassung als Prozentwert an.

11. In Messwertanzeigen werden die ausgewählten Messungen angezeigt. Es können maximal vier Messwerte gleichzeitig angezeigt werden.

Das Symbol ⚠ wird anstelle des erwarteten numerischen Messergebnisses angezeigt, wenn eine vertikale Begrenzung vorhanden ist. Ein Teil des Signals befindet sich ober- oder unterhalb der Anzeige. Um ein ordnungsgemäßes numerisches Messergebnis zu erhalten, stellen Sie das Signal mit den Drehknöpfen für die vertikale Skalierung und die Position so ein, dass es vollständig angezeigt wird.

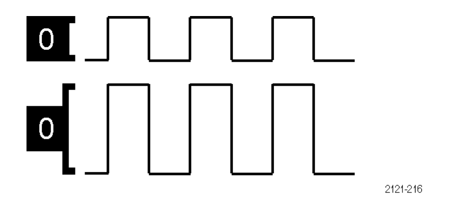


12. Die zusätzlichen Signal-Messwertanzeigen geben die vertikalen und horizontalen Skalenfaktoren der mathematischen Signale bzw. der Referenzsignale an.

13. Die Kanalanzeige gibt den Skalenfaktor (pro Skalenteil), die Kopplung, den Invertierungs- und den Bandbreitenstatus des Kanals an. Die Einstellung erfolgt mit dem Drehknopf **Vertikalskala** und den Kanalmenüs **1**, **2**, **3** oder **4**.

1 2.00 V
2319-104

14. Bei digitalen Kanälen (nur Serie MSO2000) kennzeichnen die Grundlinienindikatoren den Kanal und zeigen auf den hohen und den niedrigen Pegel. Die Farben entsprechen dem für Widerstände verwendeten Farbcode. Der Indikator D0 ist schwarz, der Indikator D1 ist braun, der Indikator D2 ist rot usw.

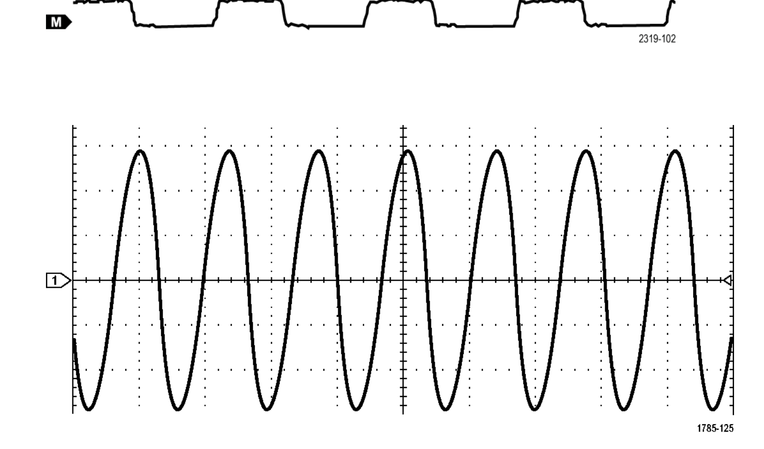


Die Busanzeige zeigt dekodierte Informationen auf Paketebene für serielle Busse oder für parallele Busse (nur Serie MSO2000) an. Die Busanzeige zeigt auch die Busnummer und den Bustyp an.

In dieser Abbildung nicht dargestellt: Die Anzeige für die Timing-Auflösung zeigt die Timing-Auflösung der digitalen Kanäle an. Drücken Sie zum Aufrufen der Anzeige die Taste D15-D0 auf dem Bedienfeld.

15. Bei berechneten Kanälen gibt die Markierung für die Signalgrundlinie den Null-Volt-Pegel von Signalen an.

16. Bei analogen Kanälen zeigt die Markierung für die Grundlinie des Signals den Null-Volt-Pegel von Signalen an (wobei die Offset-Wirkung ignoriert wird). Die Farben des Symbols entsprechen den Farben des Signals.

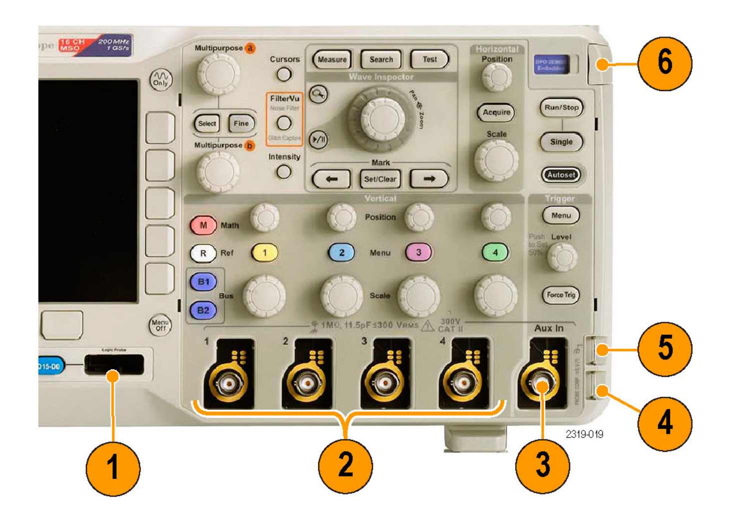


Frontplatten-Anschlüsse

1. Digitaltastkopf-Anschluss (nur Serie MSO2000).
2. Kanal **1**, **2**, (**3**, **4**). Kanaleingänge mit TekVPI Versatile Probe Interface.
3. **Aux-Eingang**. Der Triggerpegelbereich ist von +12,5 V bis –12,5 V einstellbar.
4. **PROBE COMP**. Rechtecksignalquelle zur Tastkopfkompensation.

   Ausgangsspannung: 0 V bis 5 V

   Frequenz: 1 kHz
5. Erdung.
6. Steckplätze für Anwendungsmodule.

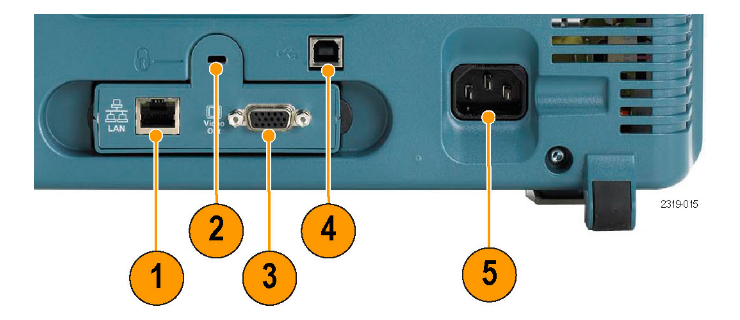


Anschluss an der Seite

1. Externer TekVPI-Netzteilanschluss. Verwenden Sie den Anschluss für das externe TekVPI-Netzteil (Tektronix-Teilenummer 119-7465-XX), wenn für TekVPI-Tastköpfe zusätzliche Stromversorgung benötigt wird.



Anschlüsse an der Rückseite



1. **LAN**. Schließen Sie das Oszilloskop über den LAN Ethernet-Anschluss (RJ-45-Buchse) an ein 10/100 Base-T LAN (Local Area Network) an. Der Anschluss ist auf dem optionalen Anschlussmodul verfügbar (DPO2CONN).
2. **Sicherungsschloss**. Wird zur Sicherung des Oszilloskops und des optionalen Anschlussmoduls verwendet.
3. **Video Out**. Verwenden Sie den Video Out-Anschluss (DB-15-Steckbuchse), um die Oszilloskopanzeige auf einem externen Monitor oder Projektor anzuzeigen. Der Anschluss ist auf dem optionalen Anschlussmodul verfügbar (DPO2CONN).
4. **USB 2.0-Geräteport**. Verwenden Sie den USB 2.0-Hochgeschwindigkeits-Geräteport, um einen mit PictBridge kompatiblen Drucker anzuschließen oder zur direkten Steuerung des Oszilloskops über den PC (über USBTMC-Protokoll).

5. **Netzeingang**. Schließen Sie hier ein Netzkabel mit integrierter Sicherheitserdung an. (Siehe Seite 5, *Hinweise zum Betrieb*.)

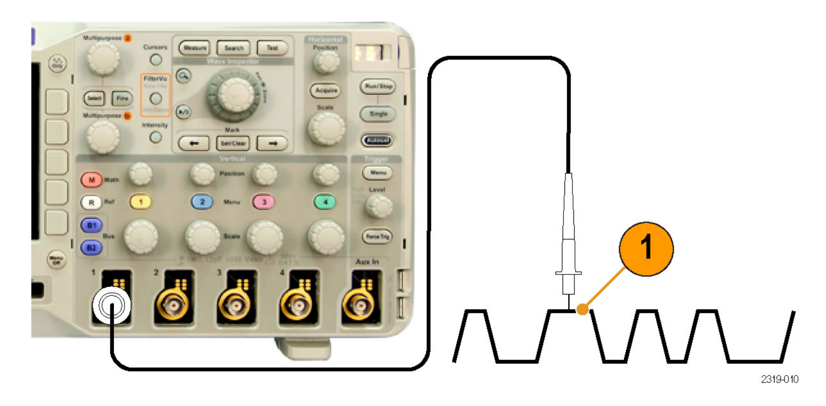
Erfassen von Signalen

In diesem Abschnitt werden Konzepte und Verfahren beschrieben, wie Sie das Oszilloskop so einrichten, dass das gewünschte Signal erfasst wird.

Einrichten analoger Kanäle

Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld das Oszilloskop so ein, dass die Signale mit den analogen Kanälen erfasst werden.

1. Verbinden Sie einen P2221-Tastkopf oder einen TekVPI-Tastkopf mit der Eingangssignalquelle.



2. Drücken Sie **Default Setup**.

*__HINWEIS.__ Wenn Sie einen Tastkopf verwenden, der keine Tastkopfkodierung bereitstellt, stellen Sie den Tastkopf-Dämpfungsfaktor im Menü „Vertikal" des Oszilloskops so ein, dass er dem Tastkopf entspricht. Die Standardeinstellung der Dämpfungsoption ist 10X und kann im unteren Rahmenmenü **Tastkopfeinst.** eines analogen Kanals eingestellt werden.*

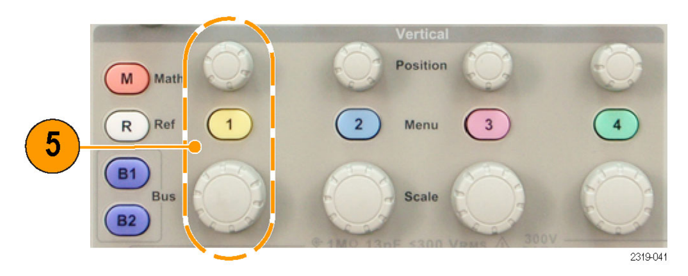


3. Wählen Sie mit Hilfe der Tasten auf der Frontplatte den Eingangskanal aus.



4. Drücken Sie **Auto-Setup**.

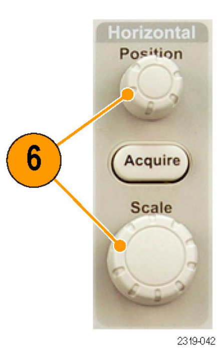
5. Drücken Sie die Taste für den gewünschten Kanal. Passen Sie dann die vertikale Position und Skalierung an.



6. Passen Sie die horizontale Position und Skalierung an.

   Die horizontale Position bestimmt die Anzahl der Vortrigger- und der Nachtrigger-Abtastwerte.

   Die Horizontalskala bestimmt die Größe des Erfassungsfensters relativ zum Signal. Sie können die Größe des Fensters so einrichten, dass es eine Signalflanke, einen Zyklus, mehrere Zyklen oder Tausende von Zyklen enthält.



Schnelltipp

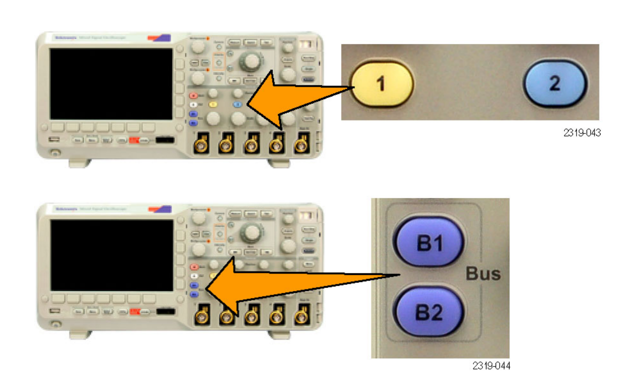
- Mit der Zoom-Funktion können Sie im oberen Teil des Bildschirms mehrere Erfassungszyklen eines Signals und im unteren Teil des Bildschirms einen einzelnen Zyklus anzeigen. (Siehe Seite 113, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge*.)

Beschriften von Kanälen und Bussen

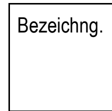
Sie können den in der Anzeige dargestellten Kanälen und Bussen eine Beschriftung oder Bezeichnung hinzufügen, damit Sie diese leicht unterscheiden können. Die Bezeichnung wird in der Anzeige für die Signalgrundlinie auf der linken Seite des Bildschirms platziert. Die Bezeichnung kann bis zu 32 Zeichen enthalten.

Zum Beschriften eines Kanals drücken Sie eine Kanaleingangstaste für einen analogen Kanal.

1. Drücken Sie eine Bedienfeldtaste für einen Eingangskanal oder einen Bus.



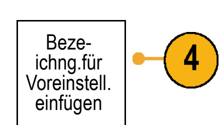
2. Drücken Sie eine Taste auf dem unteren Rahmen, um eine Bezeichnung zu erstellen, z. B. für Kanal 1 oder B1.



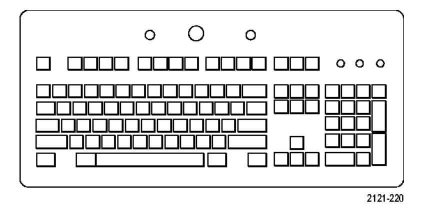
3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um durch die Liste zu blättern und eine geeignete Bezeichnung zu finden. Bei Bedarf können Sie die Bezeichnung nach dem Einfügen bearbeiten.



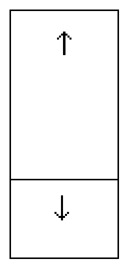
4. Drücken Sie zum Hinzufügen der Bezeichnung auf **Bezeichng. für Voreinstell. einfügen**.

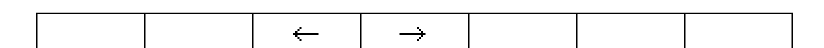


Wenn Sie eine USB-Tastatur verwenden, können Sie mit den Pfeiltasten die Einfügemarke positionieren und die eingefügte Bezeichnung bearbeiten oder eine neue Bezeichnung eingeben. (Siehe Seite 26, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop*.)



5. Wenn bei Ihnen keine USB-Tastatur angeschlossen ist, drücken Sie die Pfeiltasten auf dem seitlichen oder unteren Rahmen, um die Einfügemarke zu positionieren.





6. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Liste der Buchstaben, Ziffern und sonstigen Zeichen zu blättern, um das Zeichen im Namen zu suchen, den Sie eingeben möchten.



ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

0123456789_=+-!@#$%^&*()[]{}<>/~'"\|:;,.?

7. Drücken Sie **Wählen** oder **Zeichen eingeben**, um zu bestätigen, dass Sie das richtige Zeichen ausgewählt haben.



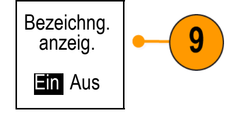
Zum Ändern der Bezeichnung können Sie bei Bedarf die Tasten auf dem unteren Rahmen verwenden.

Zeichen eingeben		←	→	Rücktaste	Löschen	Entfernen

8. Blättern Sie weiter, und drücken Sie **Wählen**, bis Sie alle gewünschten Zeichen eingegeben haben.

   Wenn Sie eine weitere Bezeichnung eingeben möchten, drücken Sie wieder die Pfeiltasten am seitlichen oder unteren Rahmen, um die Einfügemarke erneut zu positionieren.

9. Drücken Sie **Bezeichng. anzeig.**, und wählen Sie zum Anzeigen der Bezeichnung **Ein** aus.



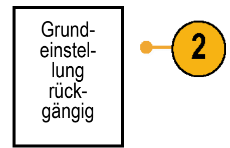
Verwenden von Default Setup

So setzen Sie das Oszilloskop auf die Grundeinstellung zurück:

1. Drücken Sie **Default Setup**.



2. Wenn Sie ihre Meinung ändern, drücken Sie **Grundeinstellung rückgängig**, um die zuletzt vorgenommene Grundeinstellung rückgängig zu machen.



Verwenden von Auto-Setup

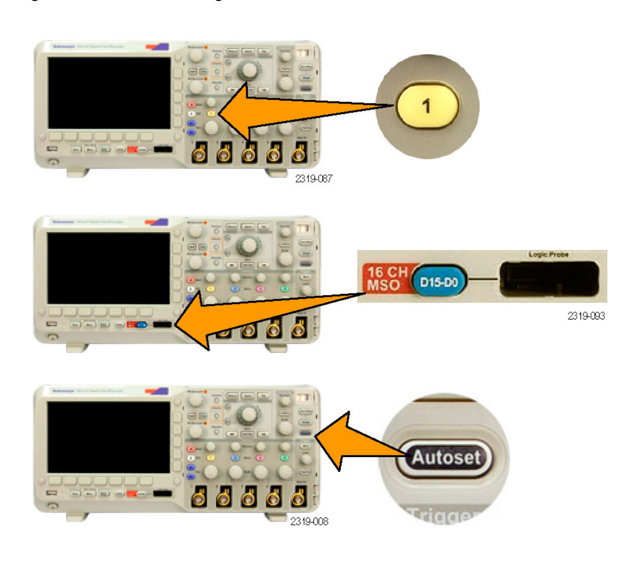
Die Funktion „Autoset“ passt das Oszilloskop (Bedienelemente für Erfassung und Trigger, vertikale und horizontale Bedienelemente) so an, dass vier oder fünf Signalzyklen für analoge Kanäle mit dem Trigger in der Mitte und zehn Zyklen für digitale Kanäle angezeigt werden.

Die Funktion „Autoset“ funktioniert sowohl mit analogen als auch mit digitalen Kanälen.

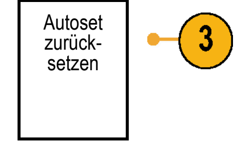
1. Schließen Sie den analogen Tastkopf an, und wählen Sie anschließend den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 42, *Einrichten analoger Kanäle*.)

   Schließen Sie den digitalen Tastkopf an, und wählen Sie anschließend den Eingangskanal aus. (Siehe Seite 63, *Einrichten digitaler Kanäle (nur Serie MSO2000)*.)

2. Drücken Sie **Auto-Setup**, um Auto-Setup auszuführen.



3. Falls dies erforderlich ist, drücken Sie **Autoset zurücksetzen**, um das zuletzt vorgenommene Autoset rückgängig zu machen.



Sie können die Funktion Autoset auch deaktivieren, wenn Sie ein Signal manuell einrichten möchten. So deaktivieren bzw. aktivieren Sie die Funktion „Autoset“:

1. Drücken Sie die Taste **Autoset**, und halten Sie sie gedrückt.



2. Drücken Sie die Taste **Menu Off**, und halten Sie sie gedrückt.



3. Lassen Sie die Taste **Menu Off** los, und lassen Sie anschließend die Taste **Autoset** los.

4. Wählen Sie auf dem seitlichen Rahmen die gewünschte Einstellung aus.



Schnelltipps

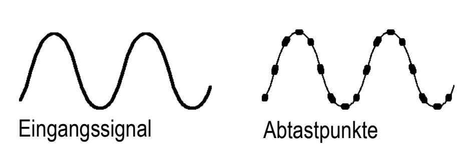
- Auto-Setup verändert gegebenenfalls die vertikale Position, um das Signal richtig zu positionieren. Auto-Setup setzt den vertikalen Offset immer auf 0 V.
- Wenn Sie Autoset verwenden, ohne dass ein Kanal angezeigt wird, schaltet das Oszilloskop auf Kanal eins (**1**) und skaliert diesen.
- Wenn das Oszilloskop bei Verwendung von Auto-Setup ein Videosignal erkennt, wechselt es automatisch zum Triggertyp „Video" und nimmt weitere Einstellungen vor, damit ein stabiles Videosignal angezeigt werden kann.
- To manually set the oscilloscope to view a video signal in an IRE graticule:
  1. Set the **Trigger Type** to **Video**.
  2. Set the **Vertical Scale** to 143mV/div.
  3. Select the proper input channel **Attenuation** for the probe or cable being used to feed the video signal to the oscilloscope.
  4. If necessary, connect a 75 ohm pass-through terminator to the oscilloscope input. For example, you need to add a terminator when you use a 75-ohm cable between the video signal and the oscilloscope.

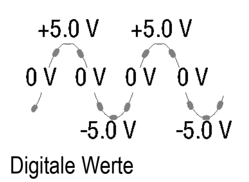
Erfassungskonzepte

Bevor ein Signal angezeigt werden kann, muss es den Eingangskanal passieren, in dem es skaliert und digitalisiert wird. Jeder Kanal verfügt über einen dedizierten Eingangsverstärker und -digitalisierer. Jeder Kanal erzeugt einen digitalen Datenstrom, aus dem das Oszilloskop Signalaufzeichnungen extrahiert.

Abtastverfahren

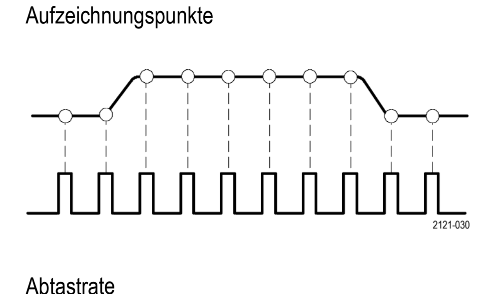
Die Erfassung besteht aus dem Abtasten eines analogen Signals, dem Konvertieren des Signals in digitale Daten und dem Zusammenstellen der Daten in einer Signalaufzeichnung, die dann im Erfassungsspeicher gespeichert wird.





Abtastung in Echtzeit

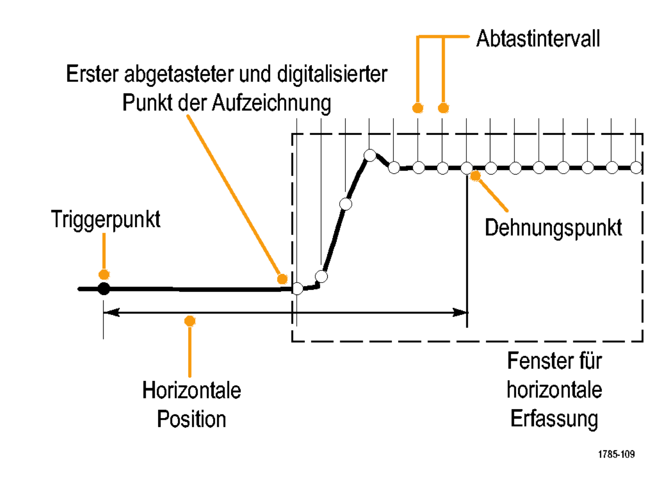
Oszilloskope der Serien DPO2000 und MSO2000 führen die Abtastung in Echtzeit durch. Bei der Echtzeit-Abtastung digitalisiert das Oszilloskop alle erfassten Punkte mit einem einzelnen Triggerereignis.



Signalaufzeichnung

Das Oszilloskop erstellt die Signalaufzeichnung mithilfe der folgenden Parameter:

- Abtastintervall: Die Zeit zwischen aufgezeichneten Abtastpunkten. Zum Anpassen des Abtastintervalls drehen Sie den Knopf **Horizontalskala**, oder ändern Sie die Aufzeichnungslänge mit den Rahmentasten.
- Aufzeichnungslänge: Die erforderliche Anzahl von Abtastpunkten für eine Signalaufzeichnung. Legen Sie diesen Parameter durch Drücken der Taste **Erfassen** und mit Hilfe der daraufhin auf dem unteren oder seitlichen Rahmen angezeigten Menüs fest.



- Triggerpunkt: Der Bezugsnullpunkt in einer Signalaufzeichnung. Dieser wird auf dem Bildschirm als orangefarbenes „T“ angezeigt.

- Horizontale Position: Bei aktiviertem Modus **Verzögerung** ist dies die Zeit zwischen Triggerpunkt und Dehnungspunkt. Passen Sie diesen Parameter durch Drehen des Drehknopfs **Horizontale Position** an.

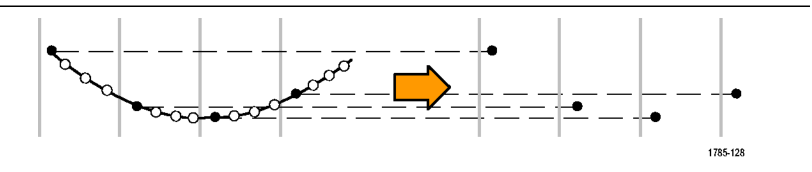
  Bei deaktiviertem Modus **Verzögerung** entspricht der Dehnungspunkt dem Triggerpunkt. (Drücken Sie die Taste „Erfassen“ auf dem Bedienfeld, um den Verzögerungsmodus einzustellen.)

  Verwenden Sie einen positiven Zeitwert, um die Aufzeichnung nach dem Triggerpunkt zu erfassen. Verwenden Sie einen negativen Zeitwert, um die Aufzeichnung vor dem Triggerpunkt zu erfassen.

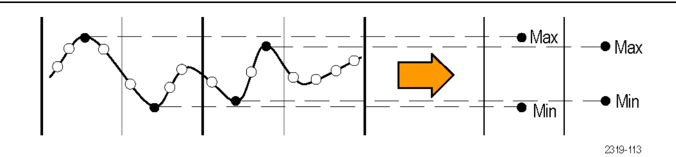
- Dehnungspunkt: Der Punkt, um den die horizontale Skalierung stattfindet. Dieser wird durch ein orangefarbenes Dreieck gekennzeichnet.

So funktioniert der analoge Signalerfassungsmodus

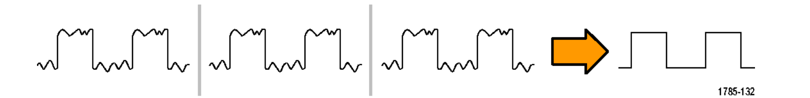
Im Vordergrundmodus hält der Störfilter FilterVu den ersten Abtastpunkt aus jedem Erfassungsintervall zurück. Dieser Modus wird bei anderen Oszilloskopen auch als Abtastmodus bezeichnet. Es ist der Standardmodus.



Der Glitch-Erfassungshintergrundmodus von FilterVu verwendet den jeweils höchsten und niedrigsten Abtastwert aus zwei aufeinanderfolgenden Erfassungsintervallen. Bei schnellen Einstellungen für die Zeit pro Skalenteil ist der Glitch-Erfassungshintergrundmodus nicht verfügbar. Dieser Modus wird bei anderen Oszilloskopen auch als Spitzenwertmodus bezeichnet.



Im Mittelwertmodus wird der Mittelwert für jeden Aufzeichnungspunkt über eine benutzerdefinierte Anzahl von Erfassungen berechnet. Die Mittelwertbildung verwendet den Abtastmodus für alle Einzelerfassungen. Verwenden Sie den Mittelwertmodus, um weißes Rauschen zu verringern.



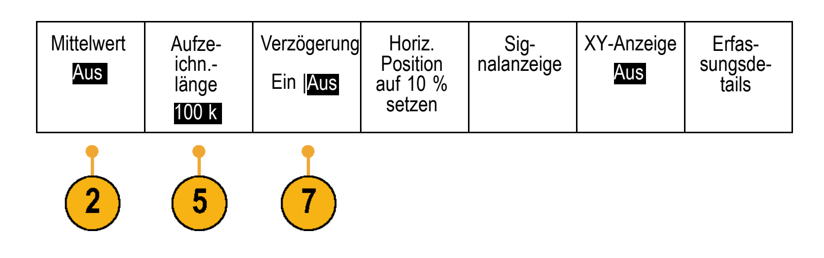
Ändern von Erfassungsmodus, Aufzeichnungslänge und Verzögerungszeit

So ändern Sie den Erfassungsmodus:

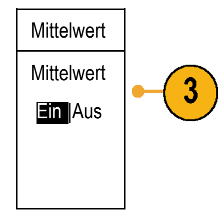
1. Drücken Sie **Erfassen**.



2. Drücken Sie **Mittelwert**.



3. Stellen Sie den Erfassungsmodus über das Menü auf dem seitlichen Rahmen ein. Sie können die Anzahl der Erfassungen festlegen, aus denen der Mittelwert des Signals gebildet werden soll: 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 oder 512.



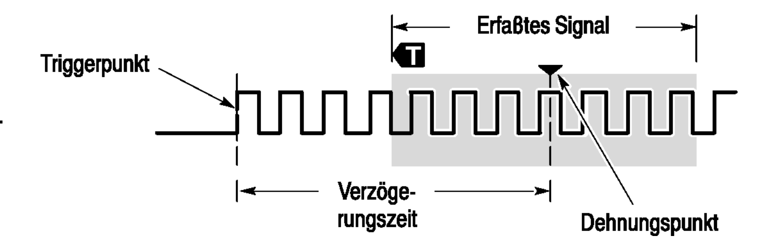
4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die Anzahl der Signale einzustellen, aus denen der Mittelwert gebildet werden soll.



5. Drücken Sie **Aufzeichn.länge**.

   Wählen Sie 100 k oder 1,00 M Punkte. Die Optionen hängen von der Einstellung für die horizontale Zeit pro Skalenteil ab. Aufzeichnungslängen von 125 k und 1,25 M sind bei langsameren Einstellungen für die Zeit pro Skalenteil verfügbar.

6. Drücken Sie die Taste **Verzögerung** auf dem unteren Rahmen, um **Ein** auszuwählen, wenn die Erfassung relativ zum Triggerereignis verzögert werden soll.



Wenn **Verzögerung** auf **Ein** gesetzt ist, drehen Sie den Drehknopf **Horizontale Position** in Gegenuhrzeigerrichtung, um die Verzögerung zu erhöhen. Der Triggerpunkt wird nach links und schließlich über das erfasste Signal hinaus bewegt. Anschließend kann der Drehknopf **Horizontalskala** auf eine detailliertere Erfassung um den betreffenden Bereich in der Bildschirmmitte eingestellt werden.

Wenn diese Verzögerung aktiviert ist, trennt sich der Triggerpunkt vom horizontalen Dehnungspunkt. Der horizontale Dehnungspunkt bleibt in der Bildschirmmitte. Der Triggerpunkt kann sich über den Bildschirm hinaus bewegen. Ist dies der Fall, zeigt die Triggermarkierung in die Richtung des Triggerpunkts.

Verwenden Sie die Verzögerungsfunktion, um Signaldetails zu erfassen, die durch ein signifikantes Zeitintervall vom Triggerereignis getrennt sind. Sie können beispielsweise auf einen Sync-Impuls triggern, der alle 10 ms auftritt, und dann die Eigenschaften der Hochgeschwindigkeitssignale betrachten, die 6 ms nach dem Sync-Impuls auftreten.

Wenn die Verzögerungsfunktion auf **Aus** gesetzt ist, ist der Dehnungspunkt mit dem Triggerpunkt verknüpft, sodass Skalierungsänderungen um den Triggerpunkt gruppiert werden.

Verwenden des Rollmodus

Im Rollmodus ähnelt die Anzeige einem Streifenschreiber für niederfrequente Signale. Im Rollmodus werden die erfassten Datenpunkte schon während der laufenden Aufzeichnung angezeigt, ohne dass auf die vollständige Signalaufzeichnung gewartet werden muss.

Der Rollmodus wird aktiviert, wenn der Triggermodus auf Auto und die Horizontalskala auf 40 ms/div oder langsamer eingestellt ist.

Schnelltipps

- Der Rollmodus wird deaktiviert, wenn Sie in den Mittelwerterfassungsmodus wechseln, digitale Kanäle verwenden, berechnete Signale verwenden, einen Bus einschalten, in den normalen Triggermodus wechseln oder die Horizontalskala auf 20 ms pro Skalenteil oder schneller einstellen.
- Bei Verwendung des Rollmodus ist die Vergrößerungsfunktion (Zoom) deaktiviert.
- Drücken Sie **Start/Stop**, um den Rollmodus anzuhalten.



Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses

Ihr Oszilloskop kann auf Folgendes decodieren und triggern:

- I²C- und serielle SPI-Busse, wenn das Anwendungsmodul DPO2EMBD installiert ist
- Serielle CAN- und LIN-Busse bei installiertem Anwendungsmodul DPO2AUTO
- Serielle RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Busse, wenn das Anwendungsmodul DPO2COMP installiert ist
- Parallele Busse bei Verwendung eines Oszilloskops der Serie MSO2000

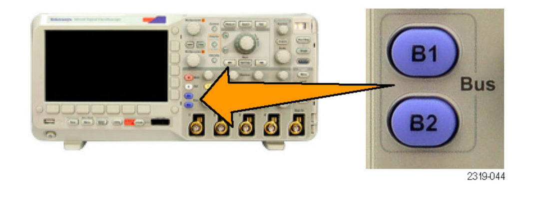
(Siehe Seite 14, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul*.)

Verwenden von Bussen in zwei Schritten

So können Sie die Triggerung von seriellen Bussen schnell verwenden:

1. Drücken Sie **B1** oder **B2**, und geben Sie Parameter des Busses ein, der getriggert werden soll.

   Sie können **B1** und **B2** separat verwenden, um zwei verschiedene Busse anzuzeigen.



2. Drücken Sie im Trigger-Bereich die Taste **Menü**, und geben Sie die Triggerparameter ein. (Siehe Seite 72, *Auswählen eines Triggertyps*.)

   Sie können Businformationen anzeigen, ohne das Bussignal zu triggern.



Einrichten der Busparameter

HINWEIS. *Verwenden Sie für alle seriellen Busquellen eine beliebige Kombination der Kanäle 1 bis 4 und D15 bis D0.*

Informationen zu den Bedingungen von seriellen oder parallelen Bussen finden Sie unter „Triggern auf Bussen". (Siehe Seite 75, *Triggern auf Bussen*.)

So richten Sie Busparameter ein:

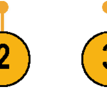
1. Drücken Sie **B1** oder **B2**, um das Busmenü im unteren Rahmen anzuzeigen.



2. Drücken Sie **Bus**. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um durch die Liste der Bustypen zu blättern und den gewünschten Bus auszuwählen: Paralleler Bus (nur Serie MSO2000), I²C, SPI, CAN, RS-232 oder LIN.

   Welche Menüelemente angezeigt werden, hängt vom Oszilloskop-Modell und den installierten Anwendungsmodulen ab.

B1 Parallel	Eingänge definieren	Schwellenw.		B1 Be-zeichng. Parallel	Bus-anzeige	Ereignista-belle





3. Drücken Sie **Eingänge definieren**. Die Optionen hängen vom ausgewählten Bus ab.

   Definieren Sie mithilfe der Tasten auf dem seitlichen Rahmen die Parameter für die Eingänge, z. B. spezielle Signale für einen analogen oder digitalen Kanal.

   Wenn Sie **Parallel** auswählen, drücken Sie die Taste auf dem seitlichen Rahmen, um **Getaktet** zu aktivieren bzw. zu deaktivieren.

   Drücken Sie die Taste auf dem seitlichen Rahmen, um die **Taktflanke** zum Takten der Daten auszuwählen: ansteigende Flanke, abfallende Flanke oder beide Flanken.

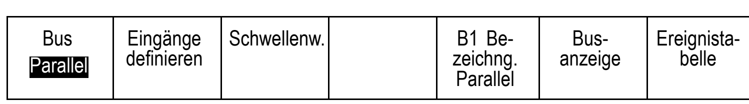
   Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die **Anzahl der Datenbits** im parallelen Bus auszuwählen.

   Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** das gewünschte, zu definierende Bit aus.

   Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **b** den gewünschten analogen oder digitalen Kanal als Quelle für das Bit aus.

Eingänge definieren
Getaktet Ja Nein
Taktflanke ⎍
Anzahl der Datenbits 16
Bits definieren (a) Bit 15 (b) D15

4. Drücken Sie **Schwellenwerte**.





Sie können den Schwellenwert für alle Kanäle im parallelen oder seriellen Bus anhand einer Liste voreingestellter Werte festlegen. Die Werte basieren auf gängigen Typen von integrierten Schaltkreisen. Folgende voreingestellten Werte sind verfügbar:

1,4 V für TTL

2,5 V für 5,0 V CMOS

1,65 V für 3,3 V CMOS

1,25 V für 2,5 V CMOS

-1,3 V für ECL

3,7 V für PECL

0 V

Sie können auch den Schwellenwert für die Signale des parallelen oder seriellen Busses auf einen bestimmten Wert festlegen. Drücken Sie dazu die Taste **Wählen** auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um ein Bit oder eine Kanalnummer (Signalname) auszuwählen.

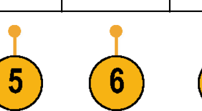


Drehen Sie dann Mehrzweck-Drehknopf **b**, um den Spannungspegel zu definieren, der vom Oszilloskop als Grenzwert verwendet wird, oberhalb dessen das Oszilloskop ein Signal als hoch und unterhalb dessen es ein Signal als niedrig behandelt.



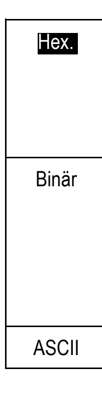
5. Drücken Sie **B1 Bezeichng.**, um die Bezeichnung für den Bus zu bearbeiten. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

Bus Parallel	Eingänge definieren	Schwellenw.		B1 Bezeichng. Parallel	Bus-anzeige	Ereignistabelle

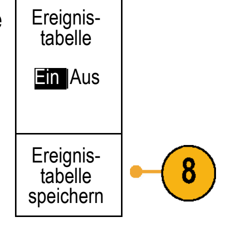


6. Drücken Sie **Busanzeige**, und definieren Sie mit Hilfe des Menüs auf dem seitlichen Rahmen, wie der parallele oder serielle Bus angezeigt werden soll.

   Drücken Sie die gewünschte Auswahl im Menü auf dem seitlichen Rahmen, um die Busdaten im Hexadezimal-, Binär- oder im ASCII-Format anzuzeigen (letzteres nur für RS-232).



7. Drücken Sie **Ereignistabelle**, und wählen Sie **Ein** aus, um eine Liste von I2C-, SPI-, CAN oder LIN-Buspaketen mit Zeitinformationen anzuzeigen.



   Für einen getakteten parallelen Bus listet die Tabelle den Wert des Busses an jeder Taktflanke auf. Für einen ungetakteten parallelen Bus listet die Tabelle den Wert des Busses auf, sobald sich eines seiner Bits ändert.

   Für einen RS-232-Bus listet die Tabelle decodierte Bytes oder Pakete auf.

8. Drücken Sie auf **Ereignistblle speichern**, um die Ereignistabelle auf dem aktuell ausgewählten Speichergerät in einer CSV-Datei (Tabelle) zu speichern.

Dies ist das Beispiel einer Ereignistabelle von einem RS-232-Bus.

RS-232-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes aus 7 oder 8 Bit bestehende Byte an, wenn „Pakete“ auf „Aus“ festgelegt ist. RS-232-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes Paket an, wenn „Pakete“ auf „Ein“ festgelegt ist.

I²C-, SPI-, CAN- und LIN-Ereignistabellen zeigen eine Zeile für jedes Paket an.

Tektronix		version v1.2
Bus Definition: RS232		
Time	Tx	Rx
-4.77E-02	E	
-4.44E-02	n	
-4.10E-02	g	
-3.75E-02	i	
-3.41E-02	n	
-3.08E-02	e	
-2.73E-02	e	
-2.39E-02	r	
-2.06E-02	i	
-1.71E-02	n	
-1.37E-02	g	
-1.03E-02	,	
-6.92E-03	SP	
-3.49E-03	P	
-5.38E-05	o	
3.28E-03	r	
6.71E-03	t	
1.69E-02	l	
2.02E-02	a	
2.43E-02	n	
2.82E-02	d	
3.16E-02		

2319-085

9. Drücken Sie **B1** oder **B2**, und verschieben Sie durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** die Busanzeige auf dem Bildschirm auf und ab.

Um Daten von einem I²C-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Wenn Sie **I2C** auswählen, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

   Sie können jedem Kanal den vordefinierten **SCLK-Eingang** oder **SDA-Eingang** zuordnen.

2. Drücken Sie **R/W-Bit einschliessen** und dann die gewünschte Taste auf dem seitlichen Rahmen.

   Dieses Steuerelement bestimmt, wie das Oszilloskop die I²C-Adressen in der Ablaufverfolgung der Busdekodierung, in Cursoranzeigen, Ereignistabellenauflistungen und Triggereinstellungen anzeigt.

B1 I2C	Eingänge definieren	Schwellen-werte	R/W-Bit ein-schliessen Nein	B1 Be-zeichng. I2C	Bus-anzeige	Ereignista-belle
	1		2			

Wenn Sie Ja auswählen, zeigt das Oszilloskop 7-Bit-Adressen als acht Bits an, wobei es sich bei dem achten Bit (LSB = Niedrigstwertiges Bit) um das R/W-Bit handelt.

Wenn Sie Nein auswählen, zeigt das Oszilloskop die 7-Bit-Adressen als sieben Bits und die 10-Bit-Adressen als zehn Bits an.

Das Oszilloskop zeigt auch 10-Bit-Adressen als 11 Bits an. Bei den ersten beiden Bits handelt es sich um die zwei MSB-Bits der Adresse. Das nächste Bit ist das R/W-Bit. Die acht letzten Bits sind die acht LSB-Bits der Adresse. (In der physikalischen Schicht des I²C-Protokolls ist den 10-Bit-I²C-Adressen der 5-Bit-Code 11110 vorangestellt. Das Oszilloskop fügt diese fünf Bits niemals in Adressanzeigen ein.)

Um Daten von einem SPI-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

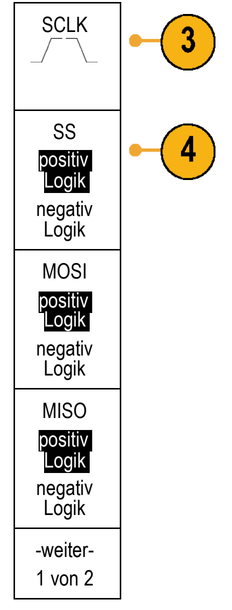
Bus SPI	Eingänge definieren	Schwellen-werte	Konfigu-rieren	B1 Be-zeichng. SPI	Bus-anzeige	Ereignista-belle

1. Nachdem Sie **SPI** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

   Sie können **Framing** auf SS (Slave Select) oder Leerlaufzeit einstellen.

   Sie können die vordefinierten Signale **SCLK**, **SS**, **MOSI** oder **MISO** jedem Kanal zuweisen.

2. Drücken Sie **Konfigurieren** sowie die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.



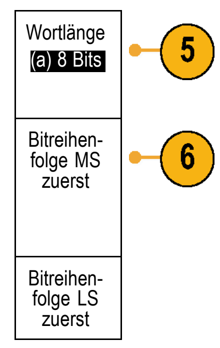
3. Drücken Sie **SCLK**, um die Signalflanke so einzustellen, das sie dem zu erfassenden SPI-Bus entspricht.

4. Stellen Sie den Pegel der SS-, MOSI- und MISO-Signale so ein, dass sie dem SPI-Bus entsprechen.

   „Positiv Logik“ bedeutet, dass ein Signal als aktiv betrachtet wird, wenn es oberhalb des Schwellenwerts liegt.

   „Negativ Logik“ bedeutet, dass ein Signal als aktiv betrachtet wird, wenn es unterhalb des Schwellenwerts liegt.

5. Stellen Sie mit Mehrzweck-Drehknopf **a** die Bitanzahl so ein, dass sie der Wortlänge des SPI-Busses entspricht.
6. Drücken Sie eine der beiden Tasten auf dem seitlichen Rahmen, um die Bitreihenfolge so einzustellen, dass sie dem SPI-Bus entspricht.



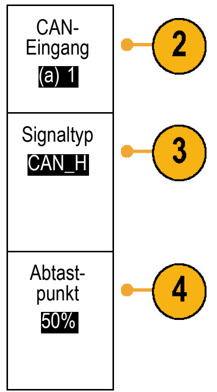
Um Daten von einem CAN-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **CAN** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** und dann die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

Bus CAN	Eingänge definieren	Schwellenw.	Bit-Rate 500 KB/Sek.	B1 Bezeichng. CAN	Bus-anzeige	Ereignista-belle



2. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den an die CAN-Busquelle angeschlossenen Kanal auszuwählen.
3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den Typ des CAN-Signals entsprechend der CAN-Busquelle auszuwählen: CAN_H, CAN_L, Rx, Tx oder Differenziell.
4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um für den **Abtastpunkt** 5 % bis 95 % der Position innerhalb der Bit-Periode oder des Einheitenintervalls einzustellen.



5. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Liste der vordefinierten Bit-Raten eine geeignete Auswahl zu treffen.

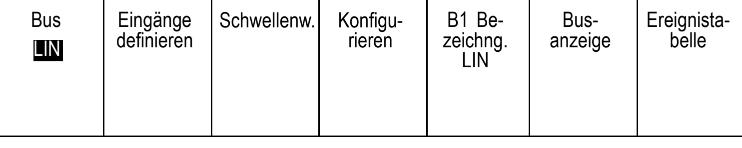
   Sie können für die Bit-Rate auch einen bestimmten Wert festlegen. Wählen Sie dazu **Benutzerdef.** aus, und stellen Sie dann mit Mehrzweck-Drehknopf **b** eine Bit-Rate zwischen 10.000 und 100.0000 ein.

Bus CAN	Eingänge definieren	Schwellenw.	Bit-Rate 500 KB/Sek.	B1 Bezeichng. CAN	Bus-anzeige	Ereignistabelle

5

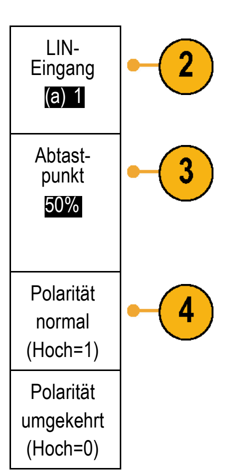
Um Daten von einem LIN-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Nachdem Sie **LIN** ausgewählt haben, drücken Sie **Eingänge definieren** sowie die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.





2. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den an die LIN-Busquelle angeschlossenen Kanal auszuwählen.
3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf**a**, um für den **Abtastpunkt** 5 % bis 95 % der Position innerhalb der Bit-Periode oder des Einheitenintervalls einzustellen.
4. Wählen Sie die **Polarität** so aus, dass sie dem zu erfassenden LIN-Bus entspricht.



5. Drücken Sie **Konfigurieren** sowie die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

Bus LIN	Eingänge definieren	Schwellenw.	Konfigu-rieren	B1 Bezeichng. LIN	Bus-anzeige	Ereignistabelle

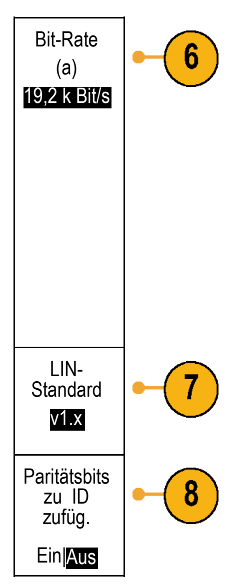


6. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Liste der vordefinierten Bit-Raten eine geeignete Auswahl zu treffen.

   Sie können für die Bit-Rate auch einen bestimmten Wert festlegen. Wählen Sie dazu **Benutzerdef.** aus, und stellen Sie dann mit dem Mehrzweck-Drehknopf **b** eine Bitrate zwischen 800 Bit/s und 100.000 Bit/s ein.

7. Drücken Sie **LIN-Standard**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den geeigneten Standard auszuwählen.

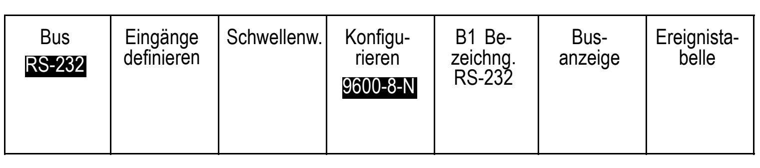
8. Drücken Sie **Paritätsbits zu ID zufüg.**, um anzugeben, ob Paritätsbits hinzugefügt werden sollen oder nicht.



Um Daten von einem RS-232-Bus zu erfassen, müssen auch diese Elemente eingerichtet werden:

1. Wenn Sie **RS-232** ausgewählt haben, drücken **Konfigurieren** sowie die gewünschten Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

   Konfigurieren Sie den Bus mithilfe des seitlichen Rahmenmenüs. Verwenden Sie die Polarität „Normal“, um auf RS-232-Signale zu triggern, und verwenden Sie die Polarität „Invertiert“, um auf RS-422-, RS-485- und UART-Signale zu triggern.





2. Drücken Sie **Bit-Rate**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die geeignete Bit-Rate auszuwählen.

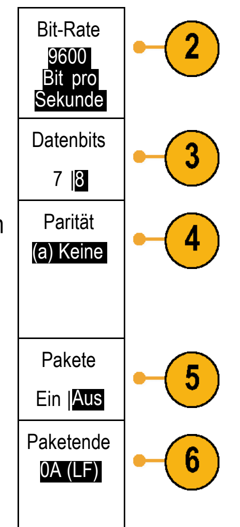
3. Drücken Sie **Datenbits**, und wählen Sie die geeignete Bitanzahl für den Bus aus.

4. Drücken Sie **Parität**, und stellen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** für die vom Bus verwendete Polarität „Keine“, „Ungerade“ oder „Gerade“ ein.

5. Drücken Sie **Pakete**, und wählen Sie Ein oder Aus.

6. Wählen Sie durch Drehen von Mehrzweck-Drehknopf **a** ein Paketendezeichen aus.

   Die RS-232-Dekodierung zeigt einen Bytedatenstrom an. Sie können den Datenstrom mit einem Paketendezeichen in Paketen strukturieren.



Busaktivität in der physikalischen Schicht

Die Oszilloskopsignalspuren der analogen Kanäle 1 bis 4 und der digitalen Kanäle D15 bis D0 sowie die Spuren, die beim Anzeigen eines Busses zu sehen sind, zeigen immer die Busaktivität der physikalischen Schicht. In der Anzeige der physikalischen Schicht werden früher übertragene Bits auf der linken Seite dargestellt, später übertragene Bits werden auf der rechten Seite dargestellt.

- I2C- und CAN-Busse übertragen das MSB-Bit (das höchstwertige Bit) zuerst.
- SPI-Busse geben keine Bitreihenfolge an
- RS-232- und LIN-Busse übertragen das LSB (niedrigstwertige Bit) zuerst

HINWEIS. *Das Oszilloskop zeigt die Dekodierungsspuren und Ereignistabellen für alle Busse mit dem MSB links und mit dem LSB rechts an.*

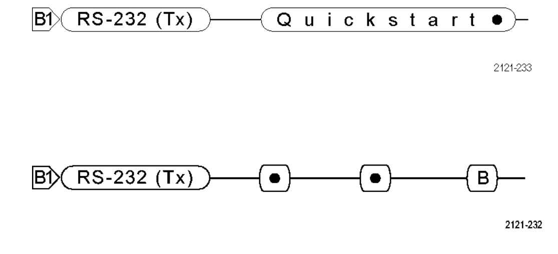
Ein RS-232-Signal könnte z. B. (nach dem Startbit) hoch, hoch, hoch, niedrig, hoch, niedrig, niedrig und hoch sein. Da das RS-232-Protokoll hoch als 0 und niedrig als 1 darstellt, würde dieser Wert 0001 0110 herauskommen.

Da die Dekodierung das MSB zuerst anzeigt, kehrt das Oszilloskop die Reihenfolge der Bits um und zeigt 0110 1000 an. Wenn die Busanzeige auf Hexadezimalformat eingestellt ist, wird der Wert als 68 angezeigt. Wenn die Busanzeige auf ASCII-Format festgelegt ist, wird der Wert als „h“ angezeigt.

RS-232

Wenn Sie für die Verwendung der RS-232-Dekodierung ein Paketende-Zeichen definiert haben, wird der Datenstrom der Bytes als Pakete angezeigt.

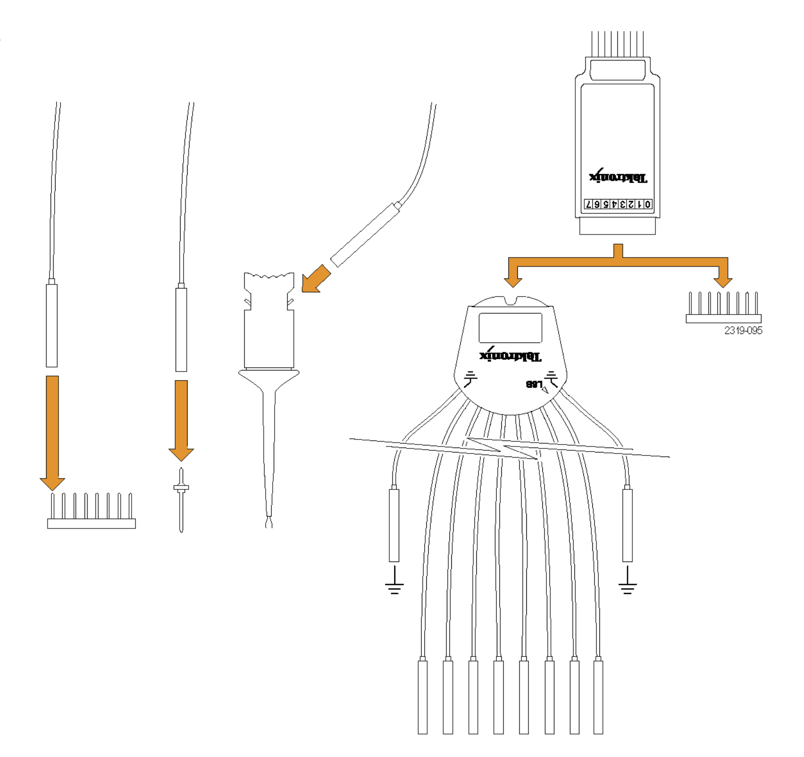
Beim Decodieren eines RS-232-Busses im ASCII-Modus weist ein großer Punkt darauf hin, dass der Wert ein Zeichen außerhalb des druckbaren ASCII-Zeichenbereichs darstellt.



Einrichten digitaler Kanäle (nur Serie MSO2000)

Richten Sie mithilfe der Tasten und Drehknöpfe auf dem Bedienfeld das Oszilloskop so ein, dass die Signale mit digitalen Kanälen erfasst werden. Digitale Kanäle sind nur bei Modellen der Serie MSO2000 verfügbar.

1. Schließen Sie Digitaltastkopf P6316 an die Quelle des Eingangssignals an.



2. Verbinden Sie den oder die Erdungsleiter mit der Schaltkreiserdung.

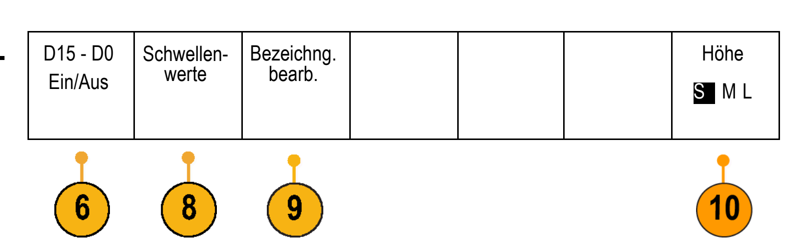
   Sie können einen oder zwei gemeinsame Erdungsleiter für jede Gruppe von 8 Kanälen (Drähte) anschließen.

3. Verbinden Sie ggf. einen geeigneten Grabber für jeden Tastkopf mit der Tastkopfspitze.

4. Verbinden Sie jeden Kanal mit dem gewünschten Schaltkreisprüfpunkt.
5. Drücken Sie zum Anzeigen des Menüs die Bedienfeldtaste **D15 - D0**.



6. Drücken Sie die untere Rahmentaste **D15 - D0**, um auf das Menü „Ein“ oder „Aus“ für D15 - D0 zuzugreifen.



7. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Liste der digitalen Kanäle zu blättern. Positionieren Sie den ausgewählten Kanal mit dem Mehrzweck-Drehknopf **b**.

   Während Sie die Kanäle dicht beieinander auf der Anzeige positionieren, gruppiert das Oszilloskop die Kanäle und fügt die Gruppe der Popupliste hinzu. Damit Sie alle Kanäle in der Gruppe verschieben können, statt einzelne Kanäle zu verschieben, können Sie die Gruppe in der Liste auswählen.
8. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Schwellenw.** Sie können jedem Kopf einen anderen Schwellenwert zuweisen.
9. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Bezeichng. bearb.**, und erstellen Sie die Bezeichnung. Sie können Bezeichnungen über das Bedienfeld oder über eine optionale USB-Tastatur erstellen. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

10. Drücken Sie die untere Rahmentaste **Höhe**, um wiederholt die Signalhöhe festzulegen. Dies müssen Sie nur einmal tun, um die Höhe für alle digitalen Kanäle festzulegen.

Schnelltipp

- Mit der Zoom-Funktion können Sie im oberen Teil des Bildschirms mehrere Erfassungszyklen eines Signals und im unteren Teil des Bildschirms einen einzelnen Zyklus anzeigen. (Siehe Seite 113, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge*.)
- Der Leiter für jeden digitalen Kanal besitzt einen farbcodierten Streifen zur leichteren Erkennbarkeit. Die kürzeren Erdungsleiter sind schwarz.
- Digitale Kanäle speichern einen hohen oder einen niedrigen Zustand für jeden Abtastpunkt. Der Schwellenwert, der hoch von tief trennt, kann für alle Kanäle in GRUPPE 1 oder in GRUPPE 2 festgelegt werden. Der Schwellenwert kann nicht für einzelne Kanäle festgelegt werden.

Verringerung von Störrauschen mit FilterVu

Mithilfe von FilterVu können Sie unerwünschtes Rauschen aus dem Signal entfernen und trotzdem Glitches erfassen. Das Oszilloskop überlagert zu diesem Zweck ein Glitcherfassungssignal (Hintergrundsignal) mit einem gefilterten Vordergrundsignal.

Das gefilterte Signal unterdrückt das Rauschen mit einem variablen Tiefpassfilter, sodass sich ein reineres Signal ergibt. Wenn der Störfilter auf die kleinste Bandbreite eingestellt wird, passiert maximal 1 % des Hochfrequenzanteils, der ein Aliasing des Oszilloskops verursachen könnte, den Filter.

Das Glitcherfassungssignal zeigt Signaldetails bis zur vollen Bandbreite des Oszilloskops. Das Oszilloskop erfasst Impulse im Bereich von 5 ns durch Spitzenwertabtastung (min/max).

Wenn das Signal gefiltert wird, ändert sich die Farbe des Glitcherfassungssignals, um es von dem gefilterten Signal zu unterscheiden. Wenn das Signal gefiltert wird, kann die Intensität des Glitcherfassungssignals unabhängig eingestellt werden. Wenn das Signal nicht gefiltert wird, hängt die Intensität des Glitcherfassungssignals von der Gesamtintensität ab (Taste „Intensität“ auf dem Bedienfeld des Oszilloskops).

FilterVu, Bandbreitenbegrenzung und Mittelwertbildung

Mithilfe von FilterVu, Bandbreitenbegrenzung oder Mittelwertbildung können Sie das Rauschen im Signal verringern. Jede dieser Methoden hat ihre Vorteile.

HINWEIS. *FilterVu ist beim Triggern nicht anwendbar. Um die Auswirkungen von Rauschen auf das Signal beim Triggern zu verringern, verwenden Sie Bandbreitenbegrenzungen oder Kopplungseinstellungen.*

Verwenden Sie FilterVu für folgende Aufgaben:

- Einstellen der Filterfrequenz auf eine höhere Granularität, als es die Bandbreitenbegrenzung ermöglicht.
- Einstellen aller Kanäle auf die gleiche Frequenz.
- Erfassung eines sich nicht wiederholenden Signals oder eines Einzelschusssignals.

Verwenden Sie die Bandbreitenbegrenzung für folgende Aufgaben:

- Filterung nur eines Kanals.
- Triggerung auf ein gefilteres Signal.
- Erfassung eines sich nicht wiederholenden Signals oder eines Einzelschusssignals.

Verwenden Sie die Mittelwertbildung für folgende Aufgaben:

- Erfassung eines sich wiederholenden Signals.
- Bei unkorreliertem (nicht mit dem Trigger korreliertem) Rauschen im Signal.
- Erhöhung der vertikalen Präzision der Erfassung.

HINWEIS. *FilterVu kann bei der Bandbreitenbegrenzung verwendet werden. FilterVu kann bei der Mittelwertbildung nicht verwendet werden.*

Schnelltipps

- Sie können in eine Datei mit voller Auflösung (alle erfassten Punkte) oder mit reduzierter Auflösung (weniger Punkte) speichern. Wenn das Signal gefiltert wird, ist nur die Filterung des Signals mit reduzierter Auflösung für die festgelegte Frequenz gewährleistet. Manchmal kann der Filter kein voll aufgelöstes Signal mit der festgelegten niedrigen Frequenz erzeugen. Die Frequenz des voll aufgelösten Signals wird in der gespeicherten Datei dargestellt.

  Bei aktiviertem Glitcherfassungshintergrund enthält eine gespeicherte Signaldatei die Vordergrund- und die Hintergrunddaten.

- Referenzsignale könnten gefiltert werden. Die festgelegte Rauschfilterfrequenz gilt auch für Referenzsignale. Referenzsignale haben auch einen Glitcherfassungshintergrund.

  Referenzsignale werden immer in voller Auflösung gespeichert. Eine Option für reduzierte Auflösung wie beim Dateispeichern von Signalen ist nicht verfügbar.

- Wenn das Signal nicht gefiltert wird, erfolgen die meisten Messungen am Vordergrundsignal. Die Min-, Max- und Spitze-zu-Spitze-Messungen erfolgen auf dem Glitcherfassungshintergrund, weil dabei die kleinsten und größten Signalamplituden gemessen werden.

  Wenn das Signal gefiltert wird, werden alle Messungen am gefilterten Signal vorgenommen.

- Berechnete Doppelsignale können gefiltert werden. Die festgelegte Rauschfilterfrequenz gilt auch für diese Signale. Berechnete Doppelsignale haben keinen Glitcherfassungshintergrund.
- Die Suchfunktion verwendet den Glitcherfassungshintergrund, falls dieser verfügbar ist. Dies erleichtert die Suche nach Signalspitzen und anderen Abweichungen.
- Die serielle Busdekodierung erfolgt mit einem voll aufgelösten Abtastsignal (Vordergrundsignal). Bei aktivierter Filterung wird dieses Signal evtl. nicht für die festgelegte Frequenz gefiltert.

Verwenden von FilterVu

Standardmäßig ist die Störfiltersperrfrequenz bei Verwendung von FilterVu auf die volle Bandbreite des Oszilloskops eingestellt. Um den variablen Tiefpassfilter (Störfilter) zu aktivieren, drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf in Gegenuhrzeigerrichtung. Das Oszilloskop lässt niederfrequente Signale durch, was eine sauberere Signaldarstellung bewirkt. Die Rauschfrequenzanzeige zeigt Frequenzen an, die das Oszilloskop dem Vordergrundsignal hinzufügt. Das Oszilloskop zeigt höherfrequente Anteile im Hintergrundsignal an, und zwar bis zur Bandbreite der Serien DPO2000 oder MSO2000.

HINWEIS. *Die Störfiltersperrfrequenz wird immer in der oberen rechten Ecke des Oszilloskop-Bildschirms angezeigt. Die Sperrfrequenz entspricht dem -3 dB-Punkt.*

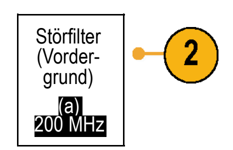
---

1. Drücken Sie die Taste **FilterVu**.



2. Stellen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** den Wert für **Störfilter (Vordergrund)** ein.

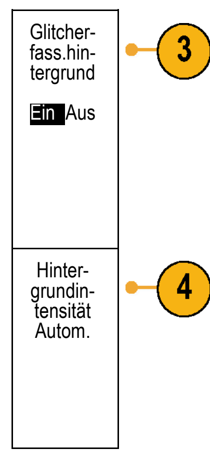




3. Drücken Sie **Glitcherfass.hintergrund**, um das Hintergrundsignal, das die höherfrequenten Signalanteile enthält, auszuschalten.

   Wenn die Glitcherfassung auf Aus eingestellt ist, zeigt das Oszilloskop nur das Störfiltersignal (Vordergrundsignal) an.

4. Wenn die Glitcherfassung auf Ein eingestellt ist, drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um die Intensität des Glitcherfassungssignals (Hintergrundsignal) einzustellen. Sie können die Intensität nur bei der Filterung einstellen.



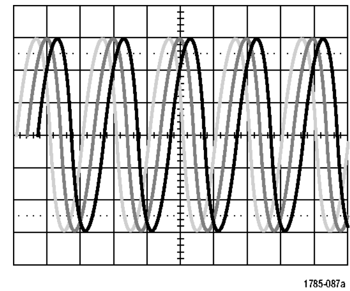
Triggereinstellung

Dieser Abschnitt enthält Konzepte und Verfahren zum Einrichten des Oszilloskops für das Triggern auf Signalen.

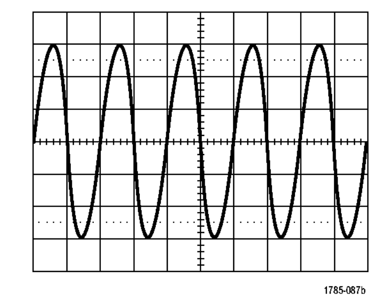
Triggerungskonzepte

Triggerereignis

Das Triggerereignis legt den zeitlichen Referenzpunkt in der Signalaufzeichnung fest. Alle Daten der Signalaufzeichnung haben diesen Punkt als zeitliche Referenz. Das Oszilloskop erfasst fortlaufend genügend Abtastpunkte und speichert diese, um den Vortriggerbereich der Signalaufzeichnung zu füllen. Das ist der Bereich des Signals, der vor bzw. links von dem triggernden Ereignis auf dem Bildschirm angezeigt wird. Beim Auftreten eines Triggerereignisses beginnt das Oszilloskop mit der Erfassung der Abtastpunkte, um den Nachtriggerbereich der Signalaufzeichnung zu erstellen, d. h. den Teil nach bzw. rechts von dem Triggerereignis. Nachdem ein Trigger festgestellt wurde, nimmt das Oszilloskop keine weiteren Trigger an, bevor die Erfassung nicht abgeschlossen wurde und die Holdoff-Zeit abgelaufen ist.




Ungetriggertes Signal



Getriggertes Signal

Triggermodi

Der Triggermodus bestimmt, wie sich das Oszilloskop verhält, wenn kein Triggerereignis vorliegt:

- Im normalen Triggermodus kann das Oszilloskop nur Signale erfassen, wenn ein Trigger vorliegt. Wenn kein Trigger vorliegt, wird auf dem Bildschirm die zuletzt erfasste Signalaufzeichnung angezeigt. Wenn keine vorherige Signalaufzeichnung vorhanden ist, wird keine Signalaufzeichnung angezeigt.
- Im Triggermodus „Auto“ kann das Oszilloskop auch ein Signal erfassen, wenn kein Trigger vorliegt. Im automatischen Modus wird ein Timer verwendet, der einsetzt, wenn die Erfassung gestartet wird und die Vortriggerinformationen abgerufen werden. Wenn ein Triggerereignis nicht erkannt wird, bevor der Timer abläuft, erzwingt das Oszilloskop einen Trigger. Die Zeitspanne für das Warten auf ein Triggerereignis hängt von der Zeitbasiseinstellung ab.

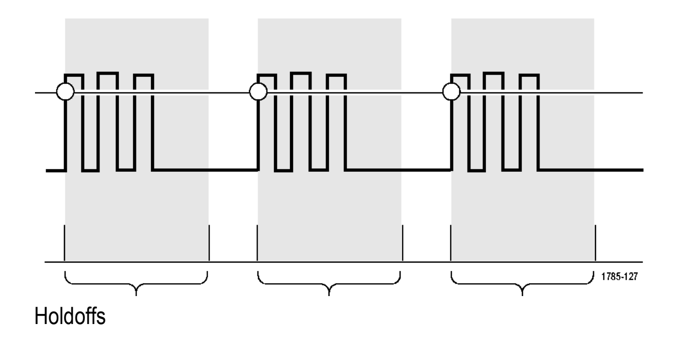
  Im Modus „Auto“ wird das Signal in der Anzeige nicht synchronisiert, wenn Trigger aufgrund von fehlenden gültigen Triggerereignissen erzwungen werden. Dies führt dazu, dass das Signal über die Anzeige zu rollen scheint. Wenn ein gültiger Trigger auftritt, wird die Anzeige stabil.

Sie können auch erzwingen, dass das Oszilloskop triggert. Drücken Sie dazu die Taste **Trigger erzwingen** auf dem Bedienfeld.

Trigger-Holdoff

Passen Sie den Holdoff an, um eine stabile Triggerung zu erreichen, wenn das Oszilloskop auf unerwünschten Triggerereignissen triggert.

Der Trigger-Holdoff kann zur Stabilisierung der Triggerung hilfreich sein, da das Oszilloskop während der Holdoff-Zeit keine neuen Trigger erkennt. Wenn das Oszilloskop ein Triggerereignis erkennt, wird das Triggersystem deaktiviert, bis die Erfassung abgeschlossen ist. Außerdem bleibt das Triggersystem während der Holdoff-Zeit, die auf jede Erfassung folgt, deaktiviert.



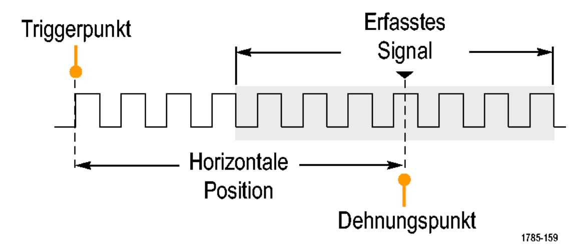
Trigger-Kopplung

Durch die Triggerkopplung wird bestimmt, welcher Teil des Signals an die Triggerschaltung übergeben wird. Bei der Flankentriggerung können alle verfügbaren Kopplungsarten verwendet werden: Gleichstrom, Niederfrequenzunterdrückung, Hochfrequenzunterdrückung und Rauschunterdrückung. Bei allen anderen Triggertypen wird ausschließlich die DC-Kopplung (Gleichstromkopplung) verwendet.

Die Sperrfrequenz bei der Niederfrequenzunterdrückung beträgt 65 kHz. Die Sperrfrequenz bei der Hochfrequenzunterdrückung beträgt 85 kHz.

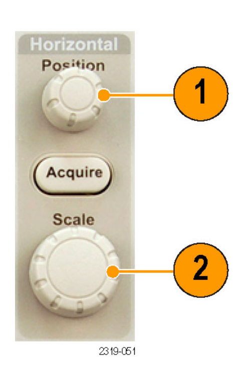
Horizontale Position

Verwenden Sie bei aktiviertem **Verzögerungsmodus** den Knopf für die horizontale Position, um ein Signaldetail in einem Bereich zu erfassen, der von der Triggerposition durch ein signifikantes Zeitintervall getrennt ist.



1. Passen Sie durch Drehen des Drehknopfs **Horizontal Position** die horizontale Position (Verzögerungszeit) an.

2. Durch Drehen des Drehknopfs **Horizontalskala** können Sie im Bereich des Verzögerungs-Dehnungspunktes die erforderliche Detailanzeige erzielen.

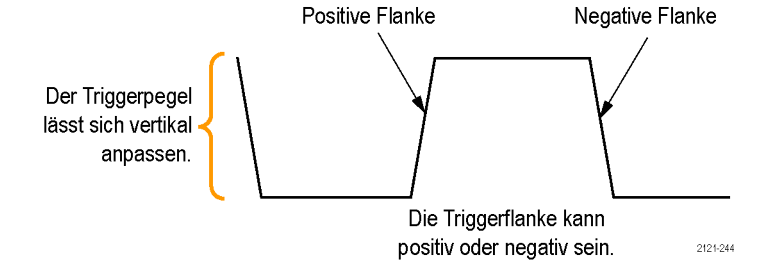


Der Teil der Aufzeichnung vor dem Trigger ist der Vortriggerbereich. Der Teil nach dem Trigger ist der Nachtriggerbereich. Die Vortriggerdaten können bei der Fehlerbehebung hilfreich sein. Beispiel: Sie wollen die Ursache für einen unerwünschten Glitch in Ihrem Prüfaufbau ermitteln. Hierzu können Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Durch die Analyse der Daten vor dem Glitch erhalten Sie möglicherweise Informationen zur Quelle des Glitches. Um festzustellen, was im System als Ergebnis des Triggerereignisses geschieht, legen Sie einen Nachtriggerzeitraum fest, der lang genug zurückreicht, um die Daten nach dem Trigger aufzuzeichnen.

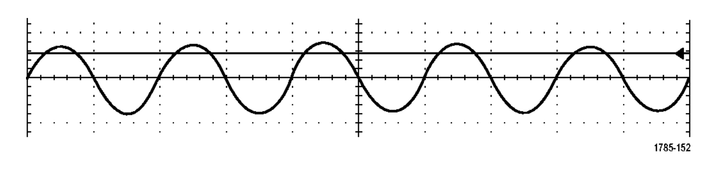
Flanke und Pegel

Die Flankensteuerung bestimmt, ob das Oszilloskop den Triggerpunkt auf der ansteigenden oder der abfallenden Flanke des Signals findet.

Die Pegelsteuerung bestimmt, an welcher Stelle dieser Flanke der Triggerpunkt auftritt.

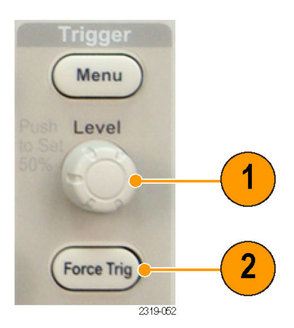


Das Oszilloskop stellt lange horizontale Leisten über dem Raster bereit, um den Triggerpegel vorübergehend anzuzeigen.



1. Mit Hilfe des Drehknopfs Trigger-**Pegel** können Sie den Triggerpegel einstellen, ohne dazu ein Menü aufrufen zu müssen.

2. Drücken Sie die Taste **Trigger erzwingen**, um zu erzwingen, dass das Oszilloskop triggert.



Auswählen eines Triggertyps

So wählen Sie einen Trigger aus:

1. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.



2. Drücken Sie **Typ**, um die Liste der Triggerarten aufzurufen.

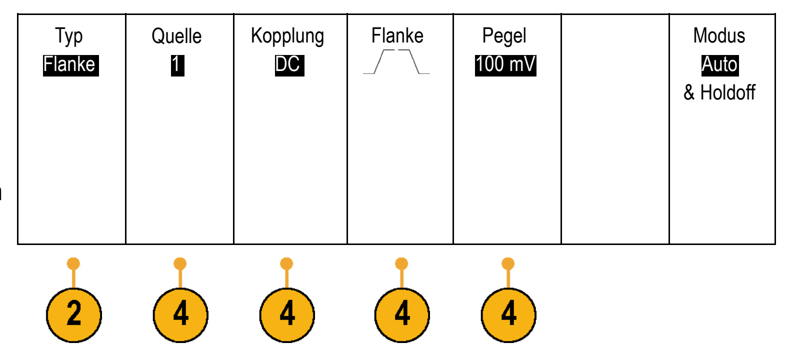
HINWEIS. *Der Bustrigger der Serie MSO2000 funktioniert bei parallelen Bussen sogar ohne Anwendungsmodul. Zur Verwendung des Bustriggers bei anderen Bussen ist das Anwendungsmodul DPO2EMBD, DPO2AUTO oder DPO2COMP erforderlich.*

3. Wählen Sie durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** den gewünschten Triggertyp aus.

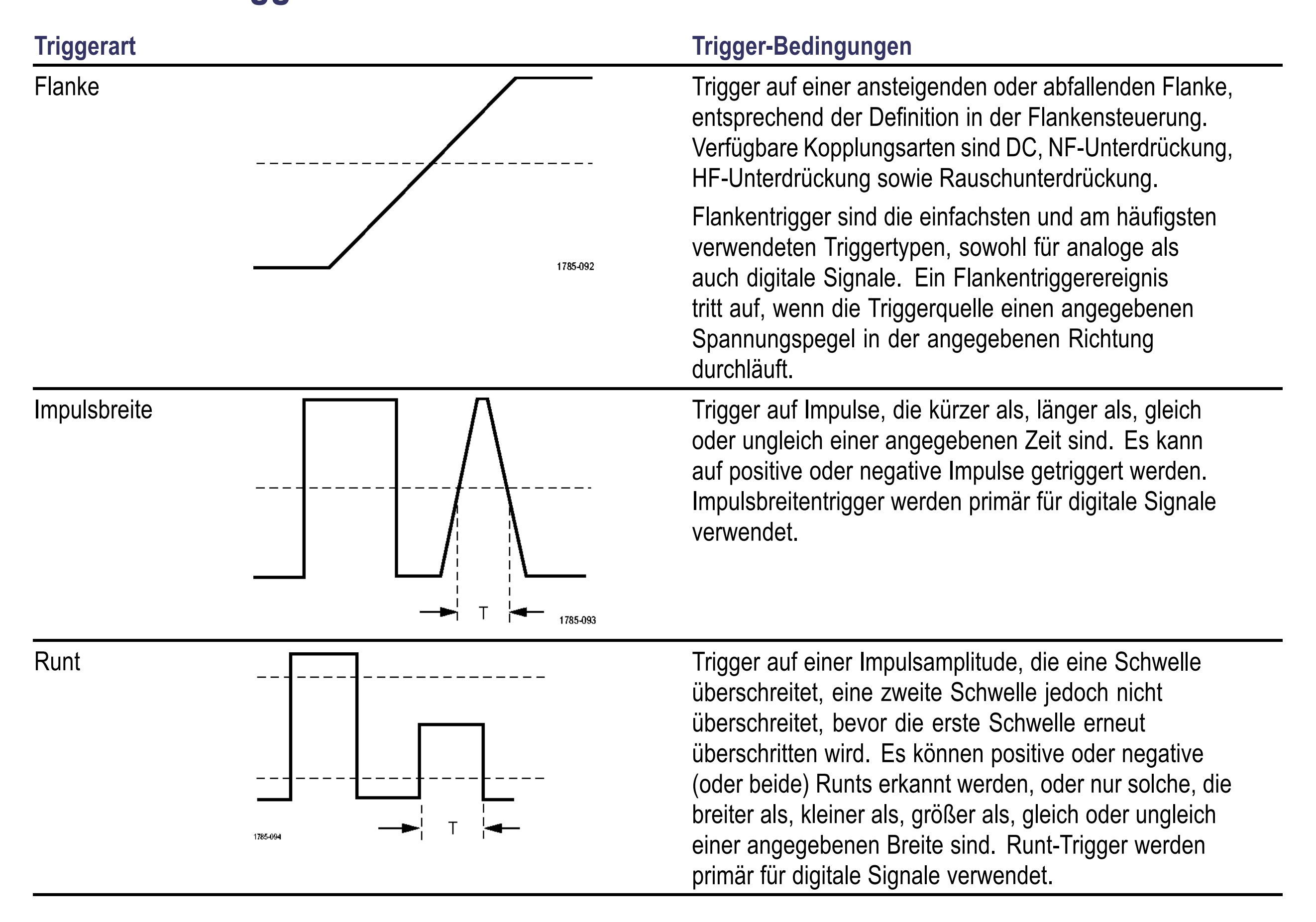
   Folgende Triggerarten sind verfügbar: Flanke, Impuls, Runt, Logik, Setup & Hold, Anstiegszeit/Abfallzeit, Video und Bus.



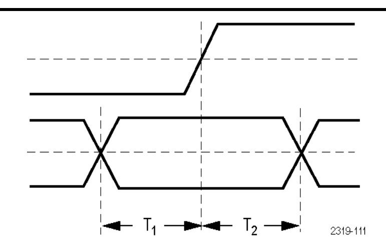
4. Stellen Sie die Triggereinstellung mit Hilfe der Bedienelemente im Menü auf dem unteren Rahmen fertig, das für den jeweiligen Triggertyp angezeigt wird. Die Bedienelemente zum Einstellen des Triggers sind für die einzelnen Triggertypen unterschiedlich.



Auswählen von Triggern



Triggerart	Trigger-Bedingungen
Flanke	Trigger auf einer ansteigenden oder abfallenden Flanke, entsprechend der Definition in der Flankensteuerung. Verfügbare Kopplungsarten sind DC, NF-Unterdrückung, HF-Unterdrückung sowie Rauschunterdrückung. Flankentrigger sind die einfachsten und am häufigsten verwendeten Triggertypen, sowohl für analoge als auch digitale Signale. Ein Flankentriggerereignis tritt auf, wenn die Triggerquelle einen angegebenen Spannungspegel in der angegebenen Richtung durchläuft.
Impulsbreite	Trigger auf Impulse, die kürzer als, länger als, gleich oder ungleich einer angegebenen Zeit sind. Es kann auf positive oder negative Impulse getriggert werden. Impulsbreitentrigger werden primär für digitale Signale verwendet.
Runt	Trigger auf einer Impulsamplitude, die eine Schwelle überschreitet, eine zweite Schwelle jedoch nicht überschreitet, bevor die erste Schwelle erneut überschritten wird. Es können positive oder negative (oder beide) Runts erkannt werden, oder nur solche, die breiter als, kleiner als, größer als, gleich oder ungleich einer angegebenen Breite sind. Runt-Trigger werden primär für digitale Signale verwendet.

Triggerart	Trigger-Bedingungen
Logik	Triggern Sie, wenn alle Kanäle in den angegebenen Status übergehen. Wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** einen Kanal aus. Drücken Sie die entsprechende Taste auf dem seitlichen Rahmen, um den Status des Kanals auf **Hoch**, **Niedrig** oder **Beliebig (X)** zu setzen. Wählen Sie mithilfe der Taste **Takt** auf dem seitlichen Rahmen die getaktete Triggerung (Zustandstriggerung) aus. Maximal kann ein Taktkanal ausgewählt werden. Drücken Sie die Taste **Taktflanke** auf dem unteren Rahmen, um die Polarität der Taktflanke zu ändern. Deaktivieren Sie die getaktete Triggerung und kehren Sie zur nichtgetakteten Triggerung (Mustertriggerung) zurück, indem Sie den Taktkanal auswählen und ihn auf Hoch, Niedrig oder Beliebig setzen. Bei ungetakteter Triggerung erfolgt das Triggern standardmäßig, wenn die ausgewählte Bedingung erfüllt ist. Sie können das Triggern für den Fall festlegen, dass die Bedingung nicht erfüllt ist, oder auch zeitlich eingeschränktes Triggern auswählen. Bei Oszilloskopen der Serie MSO2000 können Sie bis zu 20 Kanäle (4 analoge und 16 digitale Kanäle) für einen Logik-Trigger nutzen.
Setup and Hold 	Sie triggern, wenn sich der Status eines logischen Dateneingangs innerhalb der Setup- oder Hold-Zeit relativ zu einer Taktflanke ändert. Setup ist der Zeitraum, über den Daten vor einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern. Hold ist der Zeitraum, über den Daten nach einer Taktflanke stabil sein sollten und sich nicht ändern. Oszilloskope der Serie MSO2000 bieten Setup- und Hold-Triggerung für mehrere Kanäle und können den Status eines ganzen Busses im Hinblick auf Setup- und Hold-Verletzungen überwachen. Bei Oszilloskopen der Serie MSO2000 können Sie bis zu 20 Kanäle (4 analoge und 16 digitale Kanäle) für einen Setup-and-Hold-Trigger nutzen. Wählen Sie mit der Taste **Takt** auf dem seitlichen Rahmen den Taktkanal aus. Wählen Sie mit dem Steuerelement **Wählen** sowie den Tasten **Daten** und **Ungenutzt** einen oder mehrere Kanäle aus, die im Hinblick auf Setup- und Hold-Verletzungen überwacht werden sollen.

Triggerart	Trigger-Bedingungen
Anstiegszeit/Abfallzeit	Sie triggern auf Anstiegs- und Abfallzeiten. Sie triggern auf Impulsflanken, die den Bereich zwischen zwei Schwellenwerten mit hoher oder geringer Geschwindigkeit als der angegebenen Zeit durchqueren. Geben Sie Impulsflanken als positiv, negativ oder beides an.
Video	Sie triggern auf angegebene Felder oder Zeilen eines Composite-Videosignals. Es werden nur Composite-Signalformate unterstützt. Sie triggern auf NTSC, PAL oder SECAM. Funktioniert mit Macrovision-Signalen.
Bus	Triggern auf verschiedene Busbedingungen. I²C erfordert ein Modul DPO2EMBD. SPI erfordert ein DPO2EMBD-Modul. CAN erfordert ein Modul DPO2AUTO. LIN erfordert ein Modul DPO2AUTO. RS-232, RS-422, RS-485 und UART erfordern ein Modul DPO2COMP. „Parallel“ erfordert ein Oszilloskop der Serie MSO2000. (Siehe Seite 14, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul*.)

Triggern auf Bussen

Sie können mit dem Oszilloskop auf CAN-, I²C-, SPI-, RS-232-, RS-422-, RS-485-, UART- und LIN-Busse triggern, wenn das entsprechende Anwendungsmodul DPO2AUTO, DPO2EMBD oder DPO2COMP installiert ist. Oszilloskope der Serie MSO2000 können ohne Anwendungsmodul auf parallele Busse triggern. Das Oszilloskop kann sowohl Informationen der physikalischen Schicht (als analoge Signale) als auch Informationen auf Protokollebene (als digitale und symbolische Signale) anzeigen.

So stellen Sie den Bustrigger ein:

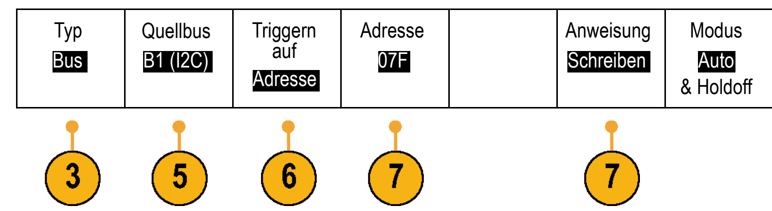
1. Wenn Sie noch keinen Bus mit den Tasten **B1** und **B2** auf dem Bedienfeld des Oszilloskops angegeben haben, führen Sie diesen Schritt jetzt durch. (Siehe Seite 52, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)



2. Drücken Sie **Menü** im Trigger-Menübereich.



3. Drücken Sie **Typ**.



4. Drehen Sie den Mehrzeck-Drehknopf **a**, um durch die Liste der Triggerarten zu blättern, und wählen Sie **Bus** aus.

5. Drücken Sie **Triggerquelle**, und blättern Sie durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** durch das seitliche Menü „Triggerquelle“, bis Sie den Bus ausgewählt haben, auf den Sie triggern möchten.

B1 (I2C)
B2 (Parallel)

6. Drücken Sie **Triggern auf**, und blättern Sie durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** durch das Menü auf dem seitlichen Rahmen, bis Sie den gewünschten Trigger auf der Funktion ausgewählt haben.

   Bei der Verwendung des Parallelbustriggers können Sie auf einen Binär oder Hexadezimalwert triggern. Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** ein.

   Bei Verwendung des I^2C-Bustriggers können Sie auf **Start**, **Wiederholter Start**, **Stopp**, **Fehlende Bestätigung**, **Adresse**, **Daten** oder **Adresse/Daten** triggern.

   Wenn Sie den SPI-Bustrigger verwenden, können Sie auf **SS Aktiv**, **MOSI**, **MISO** oder **MOSI & MISO** triggern.

   Wenn Sie den CAN-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Framebeginn**, **Typ**, **Kennung**, **Daten**, **ID & Daten**, **Frame-Ende**, **Fehlende Best.** oder **Bit-Stuffing-Fehler** triggern.

Wenn Sie den RS-232-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Tx Startbit**, **Rx Startbit**, **Tx Paketende**, **Rx Paketende**,**Tx Daten**, **Rx Daten**, **Paritätsfehler bei Übertrag.** oder **Paritätsfehler beim Empfang** triggern.

Wenn Sie den LIN-Bustrigger verwenden, können Sie auf **Synchronis.**, **Kennung**, **Daten**, **ID & Daten**, **WakeupFrame**, **Sleep-Frame** oder **Fehler** triggern.

7. Wenn Sie einen I²C-Trigger einstellen und für **Triggern auf** die Auswahl **Adresse** oder **Adresse/Daten** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Adresse** im Menü auf dem unteren Rahmen, um auf das Menü „I²C-Adresse" auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

Drücken Sie die Menütaste **Adressmodus** auf dem seitlichen Rahmen, und wählen Sie **7 Bit** oder **10 Bit** aus. Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **Adresse**. Geben Sie mithilfe der Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b** die relevanten Adressparameter ein.

Drücken Sie anschließend im Menü auf dem unteren Rahmen die Taste **Anweisung**, um die gewünschte Anweisung auszuwählen: **Lesen**, **Schreiben** oder **Lesen oder Schreiben**.

Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Daten** oder **Adresse/Daten** ausgewählt haben, drücken Sie die auf dem seitlichen Rahmenmenü die Taste **Daten**, um auf das Menü „I²C-Daten" auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

Drücken Sie die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie die Byte-Anzahl mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** ein.

Drücken Sie die Menütaste **Adressmodus** auf dem seitlichen Rahmen, und wählen Sie **7 Bit** oder **10 Bit** aus. Drücken Sie die seitliche Rahmentaste **Daten**. Geben Sie mithilfe der Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b** die relevanten Datenparameter ein.

Weitere Informationen zu den I²C-Adressformaten finden Sie unter 2 im Abschnitt *Einrichten der Busparameter*.

8. Wenn Sie einen SPI-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **MOSI** oder **MISO** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Daten** im Menü auf dem unteren Rahmen, drücken Sie die Taste MOSI (oder MISO) im Menü auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die betreffenden Datenparameter mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** ein.

   Drücken Sie anschließend die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die Byte-Anzahl ein.

   Wenn Sie **MOSI & MISO** auswählen, drücken Sie die Taste **Daten** im Menü auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die jeweiligen Parameter in den Menüs auf dem seitlichen Rahmen ein.

9. Wenn Sie einen CAN-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **Frame-Typ** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Frame-Typ** auf dem unteren Rahmen, und wählen Sie „Daten-Frame“, „Remote-Frame“, „Fehler-Frame“ oder „Überlastungs-Frame“ aus.

   Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Kennung** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Kennung** auf dem unteren Rahmen, und wählen Sie ein **Format** aus. Drücken Sie dann die Taste **Kennung** auf dem seitlichen Rahmen, und geben Sie mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** einen Binär- oder Hexadezimalwert ein.

   Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen die Taste **Anweisung**, um die gewünschte Anweisung auszuwählen: **Lesen**, **Schreiben** oder **Lesen oder Schreiben**.

   Wenn Sie unter **Triggern auf** die Option **Daten** ausgewählt haben. Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** ein.

10. Wenn Sie einen RS-232-Trigger einrichten und unter **Triggern auf** die Option **Senden Daten** oder **Empfangen Daten** ausgewählt haben, drücken Sie die Taste **Daten** auf dem unteren Rahmen.

    Drücken Sie die Taste **Byte-Anzahl**, und geben Sie die Byte-Anzahl mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** ein.

    Drücken Sie die Taste **Daten** auf dem seitlichen Rahmen, und geben Sie die entsprechenden Parameter mit den Mehrzweck-Drehknöpfen **a** und **b** ein.

11. Wenn Sie einen LIN-Trigger einstellen und für **Triggern auf** die Auswahl **Kennung**, **Daten** oder **Kennung & Daten** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Kennung** oder **Daten** auf dem unteren Rahmen und geben über das angezeigte Menü auf dem seitlichen Rahmen die gewünschten Parameter ein.

    Wenn Sie für **Triggern auf** die Auswahl **Fehler** getroffen haben, drücken Sie die Taste **Fehlertyp** und geben die gewünschten Parameter über das angezeigte Menü auf dem seitlichen Rahmen ein.

Datenabgleich für I^2C-, SPI-, CAN- und LIN-Bustrigger

Byteanpassung im Rollfenster für I^2C und SPI. Wenn ein Rollfenster zum Triggern auf Daten verwendet werden soll, definieren Sie die Anzahl der Bytes, die auf Übereinstimmung geprüft werden soll. Das Oszilloskop sucht mit Hilfe eines Rollfensters alle Übereinstimmungen in einem Paket, wobei das Fenster Byte für Byte rollt.

Wenn beispielsweise die Anzahl der Bytes eins beträgt, versucht das Oszilloskop, nacheinander das erste Byte, das zweite Byte, das dritte Byte usw. innerhalb des Pakets auf Übereinstimmung zu prüfen.

Wenn die Anzahl der Bytes zwei beträgt, versucht das Oszilloskop jeweils zwei aufeinanderfolgende Bytes auf Übereinstimmung zu prüfen, z. B. eins und zwei, zwei und drei, drei und vier, usw. Wenn das Oszilloskop eine Übereinstimmung findet, triggert es.

Spezifische Byteüberprüfung (Überprüfung auf Übereinstimmung auf einer bestimmten Position im Paket im nicht rollenden Fenster) für I^2C, SPI und CAN. Es gibt mehrere Möglichkeiten, bei I^2C, SPI und CAN auf einem bestimmten Byte zu triggern:

- Geben Sie für I^2C und SPI die Anzahl der Bytes an, die an die Anzahl der Bytes des Signals angepasst werden soll. Maskieren Sie mit dem Zeichen für „beliebig" (X) die Bytes, die für Sie nicht relevant sind.
- Drücken Sie für I^2C auf dem unteren Rahmen die Taste **Triggern auf**, um auf **Adresse/Daten** zu triggern. Drücken Sie **Adresse**. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Adresse**, und drehen Sie gegebenenfalls die Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b**. Legen Sie für die Adresse „(X) Beliebig" fest, wenn die Adresse maskiert werden soll. Die Daten werden ohne ein Rollfenster beginnend mit dem ersten Byte auf Übereinstimmung geprüft.

- Für CAN erfolgt die Triggerung, wenn die Daten des vom Benutzer ausgewählten Eingangs vom ersten Byte an mit den Daten und dem Qualifikator des Signals übereinstimmen. Legen Sie die Anzahl der Bytes fest, die mit der Anzahl der relevanten Bytes übereinstimmen soll. Führen Sie die folgenden Operationen mit Hilfe des Datenqualifikators durch: =, !=, <, >, >= und <=. Bei der Triggerung auf Kennung und Daten wird immer eine Übereinstimmung zwischen der Kennung und den Daten hergestellt, die vom Benutzer ausgewählt wurden, wobei die Daten beim ersten Byte beginnen. Es wird kein Rollfenster verwendet.

Datenabgleich für RS-232-Bustrigger

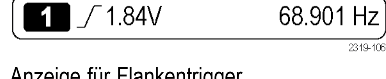
Sie können auf einem bestimmten Datenwert für RS-232-Bytes triggern. Wenn Sie ein Paketende-Zeichen für die RS-232-Busdekodierung definiert haben, können Sie dasselbe Paketende-Zeichen als Datenwert für den Triggerdatenabgleich verwenden. Hierfür wählen Sie unter „Triggern auf" als Option „Senden Paketende" oder „Empfangen Paketende" aus.

Abgleich von Parallelbus-Triggerdaten

Eine optimale Leistung des Parallelbustriggers wird erzielt, wenn jeweils entweder nur analoge oder nur digitale Kanäle (nur bei Serie MSO2000) verwendet werden.

Überprüfen der Triggereinstellungen

Um die Einstellungen einiger Schlüssel-Triggerparameter schnell zu bestimmen, überprüfen Sie die Triggeranzeige unten in der Anzeige. Die Anzeigen sind für Flanken- und Komfort-Trigger unterschiedlich.



Anzeige für Flankentrigger

1. Triggerquelle = Kanal 1.
2. Triggerflanke = ansteigend.
3. Triggerpegel = 1,84 V.
4. 6-stellige Triggerfrequenz-Anzeige = 68,901 Hz.

Starten und Anhalten einer Erfassung

Nachdem Sie die Erfassungs- und die Triggerparameter definiert haben, starten Sie die Erfassung mit **Start/Stop** oder **Einzel**.

- Drücken Sie **Start/Stop**, um Erfassungen zu starten. Das Oszilloskop nimmt wiederholt Erfassungen vor, bis Sie die Taste erneut drücken, um die Erfassung zu beenden.
- Drücken Sie **Einzel**, um eine Einzelerfassung vorzunehmen.

  Durch die Auswahl „Einzel" wird der Triggermodus für die Einzelerfassung auf **Normal** festgelegt.



2319-053

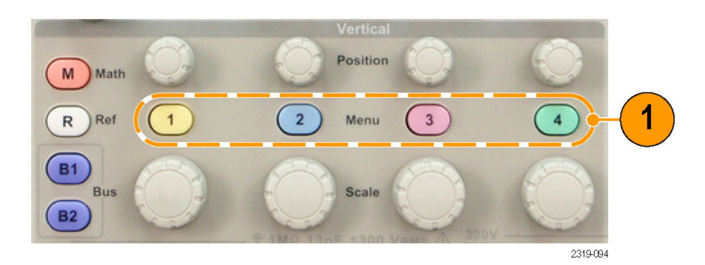
Anzeigen von Signaldaten

Dieser Abschnitt enthält Konzepte und Verfahren zum Anzeigen von erfassten Signalen.

Hinzufügen und Entfernen eines Signals

1. Drücken Sie zum Hinzufügen oder Entfernen eines Signals von der Anzeige die entsprechende Kanaltaste auf dem Bedienfeld oder die Taste D15-D0.

   Sie können den Kanal unabhängig davon, ob er angezeigt wird oder nicht, als Triggerquelle verwenden.



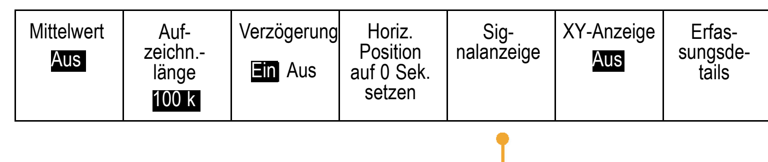


Einstellen von Darstellart und Nachleuchten

1. Drücken Sie **Erfassen**, um die Darstellart einzustellen.



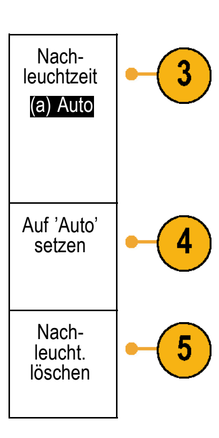
2. Drücken Sie **Signalanzeige**.





Signal-anzeige

3. Drücken Sie **Nachleuchtzeit**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, damit die Signaldaten für einen durch den Benutzer festgelegten Zeitraum auf dem Bildschirm angezeigt werden.
4. Drücken Sie **Auf 'Auto' setzen**, wenn das Oszilloskop automatisch eine Nachleuchtzeit bestimmen soll.
5. Drücken Sie **Nachleucht. löschen**, um die Informationen für das Nachleuchten zurückzusetzen.



Schnelltipps

- Bei variabler Nachleuchtzeit werden die abgetasteten Signalpunkte für ein bestimmtes Zeitintervall gesammelt. Jedes abgetastete Signal klingt einzeln gemäß dem Zeitintervall ab. Verwenden Sie die variable Nachleuchtzeit zum Anzeigen selten auftretender Signalanomalien, wie z. B. Glitches.
- Bei einer unendlichen Nachleuchtdauer werden fortlaufend Aufzeichnungspunkte gesammelt, bis Sie eine Einstellung für die Erfassungsanzeige ändern. Verwenden Sie eine unendliche Nachleuchtdauer, um einmalig auftretende Signalanomalien anzuzeigen, z. B. Glitches.

XY-Anzeigemodus

Bei XY-Anzeige werden die Daten als feste Signalpaare grafisch einander gegenübergestellt. Sie können CH1 gegen CH2 und REF1 gegen REF2 verwenden. Bei Vierkanalmodellen können Sie außerdem CH3 gegen CH4 verwenden.

Einstellen der Rasterform

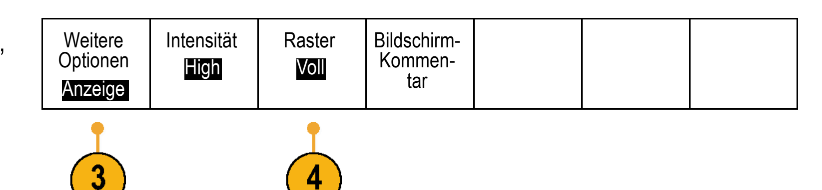
1. Drücken Sie **Utility**, um die Rasterform einzustellen.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.



4. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Raster**.
5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Form aus.

   Verwenden Sie das Raster **Voll** für schnelle Schätzungen der Signalparameter.

   Verwenden Sie das Raster **Gitter**, um Vollbildmessungen mit Cursorn und automatischen Anzeigen vorzunehmen, wenn kein Fadenkreuz erforderlich ist.

   Verwenden Sie das Raster **Fadenkreuz** für schnelle Schätzungen der Signale, wobei mehr Platz für automatische Anzeigen und andere Daten gelassen wird.

   Verwenden Sie das Raster **Rahmen** mit automatischen Anzeigen und anderem Bildschirmtext, wenn keine Bildschirmfunktionen erforderlich sind.



Schnelltipps

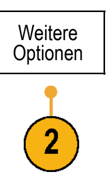
- Sie können IRE- und mV-Raster anzeigen. Wechseln Sie dazu zum Triggertyp „Video“, und stellen Sie eine Vertikalskala von 143 mV/div ein. (Die Einstellung 143 mV/div finden Sie bei den Grobeinstellungen der Vertikalskala für den Kanal, wenn Sie den Triggertyp auf Video einstellen.) Das Oszilloskop zeigt für NTSC-Signale automatisch das IRE-Raster und für andere Videosignale (PAL, SECAM und benutzerdefiniert) das mV-Raster an.

Einstellen der Hintergrundbeleuchtung des Bildschirms

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

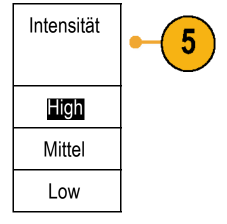


3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.

4. Drücken Sie **Intensität**.



5. Wählen Sie aus dem daraufhin auf dem seitlichen Rahmen angezeigten Menü die gewünschte Intensität aus. Sie haben folgende Auswahlmöglichkeiten: **High**, **Mittel** und **Low**.

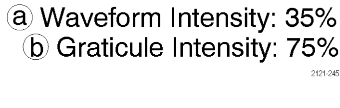


Festlegen der Signalintensität

1. Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Intensität**.



Dadurch wird die Anzeige für die Intensität auf dem Bildschirm angezeigt.



2. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die gewünschte Intensität für das Raster auszuwählen.



3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um die gewünschte Intensität für das Raster auszuwählen.



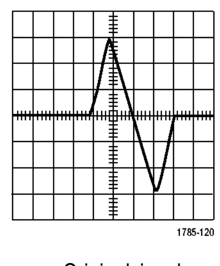
4. Drücken Sie erneut **Intensität**, um die Anzeige für die Intensität auszublenden.



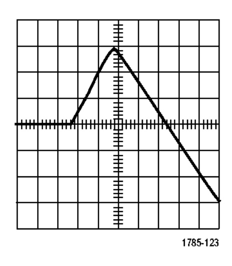
Skalierung und Positionierung von Signalen

Verwenden Sie die horizontalen Optionen zum Anpassen der Zeitbasis und des Triggerpunkts und zur näheren Analyse der Signaldetails. Sie können die Signalanzeige auch mit dem Zoom und den Funktionen zum Verschieben von Wave Inspector anpassen. (Siehe Seite 113, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge*.)

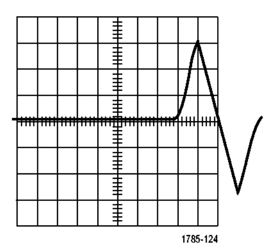




Originalsignal



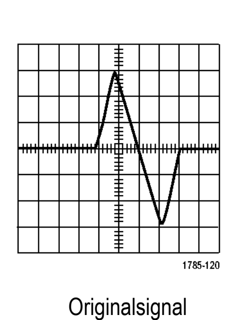
Horizontal skaliert



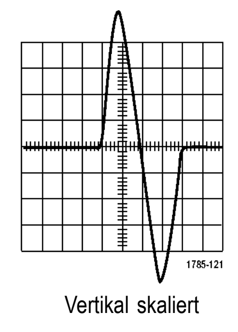
Horizontal positioniert

Verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente zum Auswählen von Signalen, zum Anpassen der vertikalen Position und Skalierung von Signalen oder zum Festlegen der Eingangsparameter. Drücken Sie zum Auswählen, Hinzufügen oder Entfernen eines Signals sooft wie erforderlich eine Menütaste für einen der Kanäle (**1**, **2**, **3** oder **4**) und die entsprechenden Menüelemente.

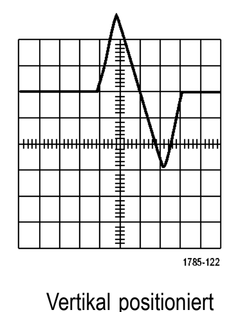




Originalsignal



Vertikal skaliert



Vertikal positioniert

Schnelltipps

- **Voransicht.** Wenn Sie die Bedienelemente für die Position oder zum Skalieren ändern, während die Erfassung angehalten wird oder auf den nächsten Trigger wartet, skaliert das Oszilloskop die ausgewählten Signale entsprechend der neuen Einstellungen neu und positioniert sie neu. Die folgende Anzeige wird simuliert, wenn Sie anschließend die Taste **Start** drücken. Das Oszilloskop verwendet die neuen Einstellungen für die nächste Erfassung.

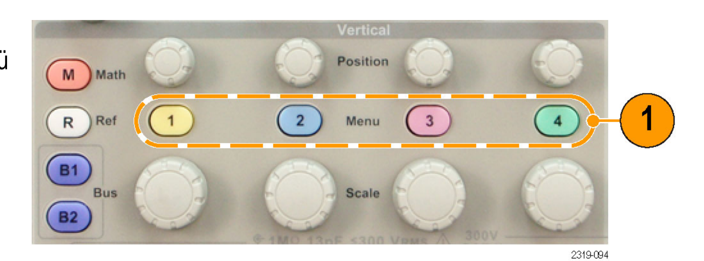
  Unter Umständen ist das Signal abgeschnitten, wenn das ursprüngliche Signal den Bildschirm verlassen hat.

  Während der Voransicht bleiben das mathematische Signal, die Cursor und die automatischen Messungen aktiv und gültig.

Einstellen der Eingangsparameter

Verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente zum Auswählen von Signalen, zum Anpassen der vertikalen Position und der Skalierung oder zum Festlegen der Eingangsparameter.

1. Drücken Sie eine Menütaste für einen der Kanäle **1**, **2**, **3** oder **4**, um das vertikale Menü für das angegebene Signal anzuzeigen. Das vertikale Menü hat ausschließlich Auswirkungen auf das ausgewählte Signal.



   Durch Drücken einer Kanaltaste wird auch ein Signal ausgewählt oder diese Auswahl aufgehoben.

Kopplung	In-vertierung	Bandbreite	(1) Bezeichng.	(1) Tastkopf-einst.	Weiter	
DC AC ⏚	Ein |Aus	Voll		10 X		
2	3	4	5	6	7	

2. Drücken Sie wiederholt **Kopplung**, um die zu verwendende Kopplung auszuwählen.

   Verwenden Sie die DC-Kopplung, um sowohl die AC- als auch die DC-Komponenten zu übergeben.

   Verwenden Sie die AC-Kopplung, um die DC-Komponente zu blockieren und das AC-Signal anzuzeigen.

   Verwenden Sie GND, um das Referenzpotential anzuzeigen.

3. Drücken Sie **Invertier.**, um das Signal zu invertieren.

   Wählen Sie für Normalbetrieb die Einstellung **Invertier. Aus** aus und **Invertier. Ein**, um die Polarität des Signals im Vorverstärker zu invertieren.

4. Drücken Sie **Bandbreite**, und wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen die gewünschte Bandbreite aus.

   Die Standardoptionen sind „Voll" und 20 MHz. Je nach verwendetem Tastkopf können weitere Auswahlmöglichkeiten angezeigt werden.

   Wählen Sie **Voll** aus, um die Bandbreite auf die volle Bandbreite des Oszilloskops festzulegen.

   Wählen Sie **20 MHz** aus, um die Bandbreite auf 20 MHz festzulegen.

5. Drücken Sie zum Erstellen einer Bezeichnung für den Kanal auf **Bezeichng.**. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)
6. Drücken Sie **Tastkopfeinst.**, um die Parameter für den Tastkopf festzulegen.

   Führen Sie folgende Schritte auf dem daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen aus:

   - Wählen Sie **Voltage** (Spannung) oder **Strom** aus, um den Tastkopftyp für Tastköpfe einzustellen, die nicht mit der TekProbe II- oder der TekVPI-Schnittstelle ausgestattet sind.
   - Legen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die Dämpfung entsprechend dem Tastkopf fest.
7. Drücken Sie auf **Weiter**, um auf zusätzliche Menüs auf dem seitlichen Rahmen zuzugreifen.

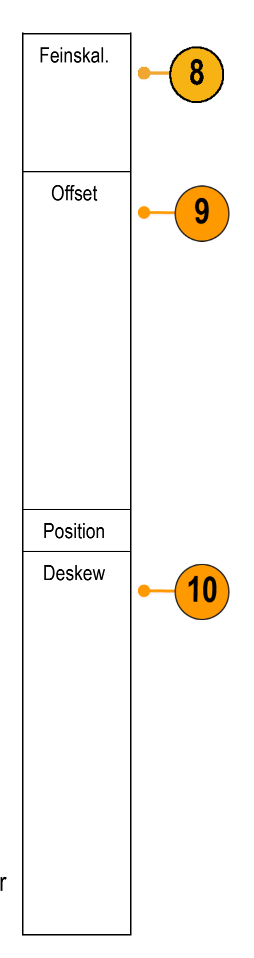
8. Wählen Sie **Feinskal.**, um mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die Feinabstimmung der vertikalen Skalierung vornehmen zu können.

9. Wählen Sie **Offset**, um mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** die Abstimmung des vertikalen Offsets vornehmen zu können.

   Wählen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **Auf 0 V festlegen** aus, um den vertikalen Offset auf 0 V festzulegen.

   Weitere Informationen zum Offset finden Sie in den **Schnelltipps**. (Siehe Seite 90, *Schnelltipps*.)

10. Wählen Sie **Deskew** aus, um die Zeitversatzberichtigung für den Kanal festzulegen. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die Zeitversatzberichtigung für den Tastkopf anzupassen, der an den ausgewählten Kanal angeschlossen ist. Dadurch wird die Erfassung und die Anzeige des Signals im Verhältnis zur Triggerzeit nach links oder rechts verschoben. Kompensieren Sie hiermit die Unterschiede in Kabellänge oder Tastkopftyp.



Schnelltipps

- **Verwenden von Tastköpfen mit TekProbe II- oder TekVPI-Schnittstelle.** Wenn Sie einen Tastkopf mit der TekProbe II- oder der TekVPI-Schnittstelle verwenden, stellt das Oszilloskop die Kanalempfindlichkeit, die Kopplung und den Abschlusswiderstand automatisch auf die Tastkopfanforderungen ein. Für Tek Probe II-Tastköpfe muss der TPA-BNC-Adapter verwendet werden.

- **Der Unterschied zwischen vertikaler Position und Offset.** Bei der vertikalen Position handelt es sich um eine Anzeigefunktion. Stellen Sie die vertikale Position so ein, dass die Signale dort angezeigt werden, wo Sie sie positionieren. Die Signalbasislinien zeigen die Änderungen ihrer Positionen an.

  Wenn Sie den vertikalen Offset einstellen, sehen Sie einen ähnlichen Effekt, der aber eine ganz andere Ursache hat. Der vertikale Offset wird vor dem Vorverstärker des Oszilloskops verwendet und kann verwendet werden, um den effektiven dynamischen Bereich der Eingangssignale zu erhöhen. Sie können den vertikalen Offset beispielsweise verwenden, um kleine Schwankungen unter hoher DC-Spannung anzusehen. Stellen Sie den vertikalen Offset auf die nominale DC-Spannung ein. Das Signal wird in der Bildmitte angezeigt.

Positionieren und Beschriften von Bussignalen

Nachdem Sie einen seriellen oder einen parallelen Bus eingerichtet haben, können Sie die Bussignale positionieren und bezeichnen. (Siehe Seite 52, *Einrichten eines seriellen oder parallelen Busses*.)

So gehen Sie vor, um Bussignale zu positionieren:

1. Drücken Sie die entsprechende Bustaste auf dem Bedienfeld, um diesen Bus auszuwählen.

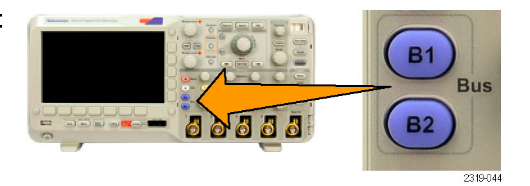


2. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um um die vertikale Position des gewählten Busses einzustellen.



So gehen Sie vor, um einen Bus zu bezeichnen:

1. Drücken Sie auf dem Bedienfeld die entsprechende Bustaste.



2. Drücken Sie **Bezeichng**. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)





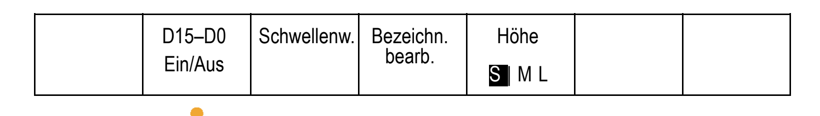
Positionieren, Skalieren und Gruppieren von digitalen Kanälen

So gehen Sie vor, um digitale Kanäle anzuzeigen:

1. Drücken Sie die Taste **D15–D0** auf dem Bedienfeld.



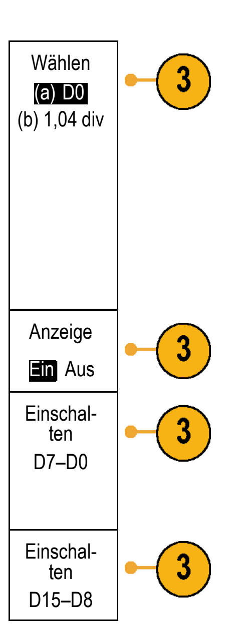
2. Drücken Sie die Option **D15–D0** in dem Menü auf dem unteren Rahmen.



3. Drücken Sie **Wählen**, und wählen Sie mit dem Mehrzweck-Drehknopf **a** einen Kanal in der Liste aus. Drücken Sie dann **Anzeige**, um das Signal ein- oder auszuschalten.

   Wenn Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a** um eine volle Umdrehung in Gegenuhrzeigerrichtung drehen, werden am Ende der Liste Gruppen sichtbar.

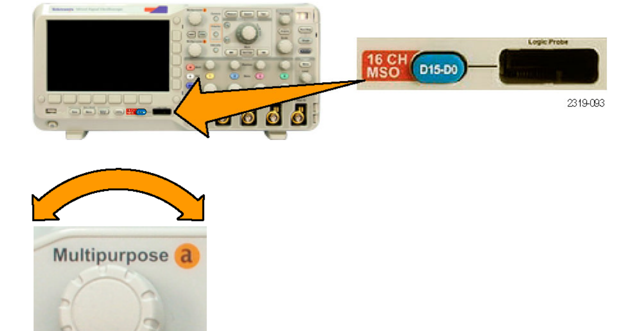
   Drücken Sie die entsprechende Taste auf dem seitlichen Rahmen, um alle Kanäle in der Gruppe D7–D0 oder in der Gruppe D15–D8 einzuschalten.



So gehen Sie vor, um digitale Kanäle zu positionieren und zu gruppieren:

1. Drücken Sie die Taste **D15–D0** auf dem Bedienfeld.

2. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den Kanal bzw. die Gruppe zum Verschieben auszuwählen.



3. Um einen oder alle Kanäle zu gruppieren, wählen Sie die Kanäle aus und verschieben Sie diese so, dass sie sich in der Anzeige nebeneinander befinden.

4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um den ausgewählten Kanal bzw. die Gruppe zu verschieben.

__HINWEIS.__ Die Anzeige des Kanals (oder der Gruppe) wird erst verschoben, nachdem Sie mit dem Drehen des Knopfes aufgehört haben.



So gehen Sie vor, um digitale Kanäle zu skalieren und zu bezeichnen:

1. Drücken Sie die Taste **D15–D0** auf dem Bedienfeld.



2. Um die Skalierung (Höhe) der digitalen Kanäle zu ändern, drücken Sie die Taste **Höhe** im Menü auf dem unteren Rahmen.

__HINWEIS.__ Bei Auswahl von __S__ (Klein) werden die Signale mit einer Höhe von 0,2 Skalenteilen angezeigt. Bei Auswahl von __M__ (Mittel) werden die Signale mit einer Höhe von 0,5 Skalenteilen angezeigt. Bei Auswahl von __L__ (Groß) werden die Signale mit einer Höhe von 1 Skalenteil angezeigt. __L__ funktioniert nur, wenn ausreichend Platz vorhanden ist, um die Signale anzuzeigen. Sie können bis zu 8 Signale der Größe __L__ gleichzeitig anzeigen.

	D15–D0 Ein/Aus	Schwellenw.	Bezeichn. bearb.	Höhe S M L		



3. Sie können einzelne digitale Kanäle zur einfacheren Erkennung beschriften. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

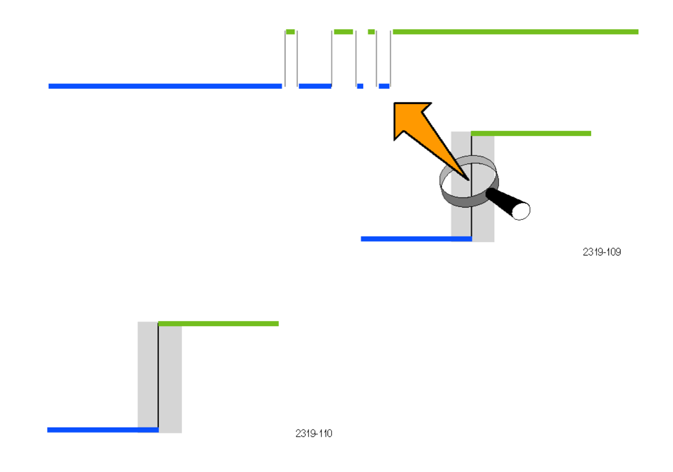
Anzeigen digitaler Kanäle

Die vielfältigen Möglichkeiten zur Anzeige der Daten aus den digitalen Kanälen helfen Ihnen, die Signale zu analysieren. Digitale Kanäle speichern einen hohen oder einen niedrigen Zustand für jeden Abtastpunkt.

Der logische Pegel "hoch" wird grün angezeigt. Der logische Pegel "Niedrig" wird blau angezeigt. Wenn ein einzelner Übergang während der Zeit stattfindet, die durch eine Säule von einem Pixel Breite dargestellt wird, wird dieser Übergang (die Flanke) in grauer Farbe angezeigt.

Wenn mehrere Übergänge während der Zeit stattfinden, die durch eine Säule von einem Pixel Breite dargestellt wird, wird der Übergang (die Flanke) in weißer Farbe angezeigt.

Wenn in der Anzeige eine weiße Flanke zu erkennen ist, durch die mehrere Übergänge dargestellt werden, können Sie die einzelnen Flanken möglicherweise durch Zoomen vergrößern und so erkennen.



Nachdem Sie mit dem Zoom so stark vergrößert haben, dass pro Abtastung eine Säule von mehr als einem Pixel Breite angezeigt wird, wird die Unsicherheit der Flankenposition durch eine hellgraue Schattierung dargestellt.

2319-110

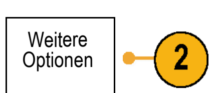
Hinzufügen von Bildschirm-Kommentaren

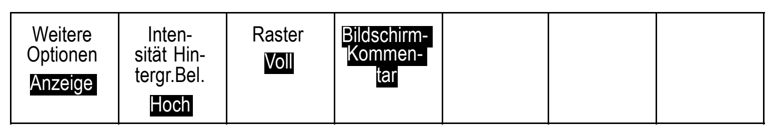
Mit den folgenden Schritten können Sie eigenen Text auf dem Bildschirm hinzufügen:

1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.









3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Anzeige** aus.
4. Drücken Sie **Bildschirm-Kommentar** in dem Menü auf dem unteren Rahmen.
5. Drücken Sie **Kommentar anzeigen**, um in dem Menü auf dem seitlichen Rahmen **Ein** auszuwählen.

   Das Kommentarfenster wird angezeigt. Positionieren Sie das Fenster durch Drehen der Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b**.
6. Drücken Sie **Kommentar bearbeiten** in dem Menü auf dem seitlichen Rahmen. Sie können bis zu 1.000 Zeichen oder ein Vollbild hinzufügen.
7. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um durch die Liste der Buchstaben, Zahlen und anderen Zeichen zu blättern und den jeweils gewünschten Buchstaben auszuwählen.

   Sie können auch auch über eine USB-Tastatur Zeichen eingeben. (Siehe Seite 26, *Anschließen einer USB-Tastatur an das Oszilloskop*.)

   Um den kommentierten Text neu zu positionieren, drücken Sie die Taste **Position** auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie nach Bedarf die Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b**.

Analysieren von Signaldaten

Nachdem Erfassung, Triggerung und Anzeige des gewünschten Signals ordnungsgemäß eingerichtet wurden, können Sie die Ergebnisse analysieren. Wählen Sie Funktionen wie Cursor, automatische Messungen, Math und FFT aus.

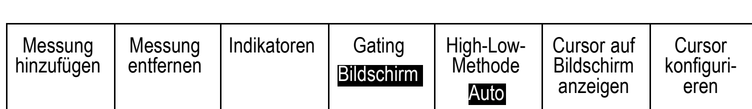
Durchführen automatischer Messungen

So führen Sie eine automatische Messung durch:

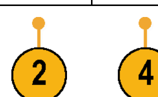
1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.



Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Gating Bildschirm	High-Low-Methode Auto	Cursor auf Bildschirm anzeigen	Cursor konfiguri-eren



3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die betreffende Messung auszuwählen. Drehen Sie dann bei Bedarf Mehrzweck-Drehknopf **b**, um den Kanal für die Messung auszuwählen. Drücken Sie **OK Messung hinzufügen**.



4. Um eine Messung zu entfernen, drücken Sie **Messung entfernen**. Drücken Sie dann im Menü auf dem seitlichen Rahmen auf die zu entfernende Messung oder auf **Alle Messungen entfernen**. Drücken Sie dann **OK Messung entfernen**.

Schnelltipps

- Um alle Messungen zu entfernen, wählen Sie **Alle Messungen entfernen**.
- Das Symbol ⚠ wird anstelle des erwarteten numerischen Messergebnisses angezeigt, wenn eine vertikale Begrenzung vorhanden ist. Ein Teil des Signals befindet sich ober- oder unterhalb der Anzeige. Um ein ordnungsgemäßes numerisches Messergebnis zu erhalten, stellen Sie das Signal mit den Drehknöpfen für die vertikale Skalierung und die Position so ein, dass es vollständig angezeigt wird.

Auswählen automatischer Messungen

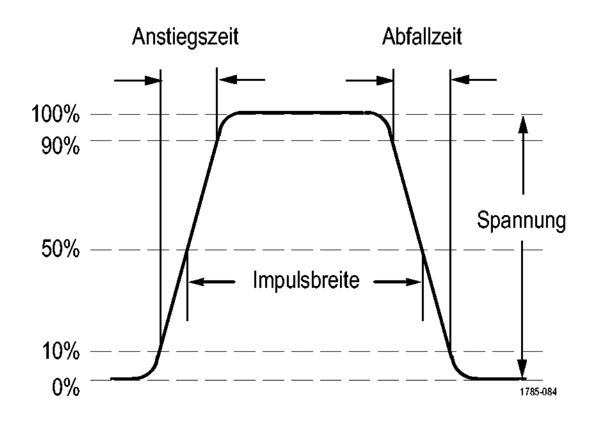
In der folgenden Tabelle werden die automatischen Messungen nach Kategorie aufgelistet: Zeit oder Amplitude. (Siehe Seite 96, *Durchführen automatischer Messungen*.)

Zeitmessungen

Messung		Beschreibung
Frequenz		Der erste Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs. Die Frequenz ist der Kehrwert der Periode. Sie wird in Hertz (Hz) gemessen, wobei ein Hz einem Zyklus pro Sekunde entspricht.
Periode		Die erforderliche Zeit, um den ersten Zyklus eines Signals oder eines getorten Bereichs abzuschließen. Die Periode ist der Kehrwert der Frequenz und wird in Sekunden gemessen.
Anstiegszeit		Die für die Vorderflanke des ersten Impulses im Signal oder getorten Bereich erforderliche Zeit, um vom unteren Referenzwert zum oberen Referenzwert des letzten Werts aufzusteigen.
Abfallzeit		Die für die abfallende Flanke des ersten Impulses im Signal oder getorten Bereich erforderliche Zeit, um vom oberen Referenzwert zum unteren Referenzwert des letzten Werts abzufallen.
Verzögerung		Die Zeit zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) von zwei verschiedenen Signalen. Informationen hierzu finden Sie auch unter *Phase*.
Phase		Der Zeitraum in Winkelgrad, den ein Signal einem anderen Signal voraus- oder nacheilt. 360° bilden einen vollen Signalzyklus. Informationen hierzu finden Sie auch unter *Verzögerung*.
Positive Impulsbreite		Der Abstand (Zeit) zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) eines positiven Impulses. Die Messung wird beim ersten Impuls des Signals oder des getorten Bereichs vorgenommen.
Negative Impulsbreite		Der Abstand (Zeit) zwischen den mittleren Punkten der Referenzamplitude (Standard 50 %) eines negativen Impulses. Die Messung wird beim ersten Impuls des Signals oder des getorten Bereichs vorgenommen.
Positives Tastverhältnis		Das Verhältnis der positiven Impulsbreite zur Signalperiode als Prozentzahl ausgedrückt. Das Tastverhältnis wird im ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessen.
Negatives Tastverhältnis		Das Verhältnis der negativen Impulsbreite zur Signalperiode als Prozentzahl ausgedrückt. Das Tastverhältnis wird im ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessen.

Zeitmessungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
Burstbreite		Die Dauer eines Bursts (eine Reihe von einmaligen Ereignissen). Sie wird über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessen.

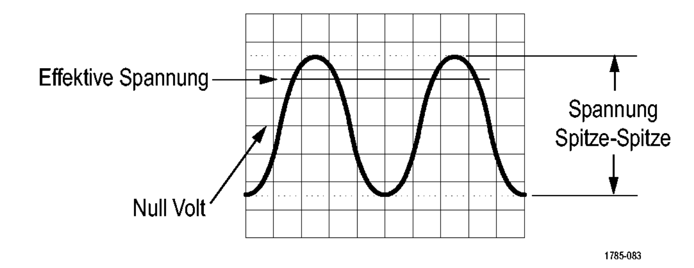


Amplitudenmessungen

Messung		Beschreibung
Pk-Pk		Die absolute Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Amplitude des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.
Amplitude		Der niedrige Wert abgezogen vom hohen Wert während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs.
Max		Die größte positive Spitzenspannungswert. Max wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Min		Die größte negative Spitzenspannungswert. Min wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
High		Dieser Wert wird als 100 % verwendet, wenn hohe Referenzwerte, mittlere Referenzwerte oder niedrige Referenzwerte benötigt werden, z. B. bei Abfallzeit- oder Anstiegszeitmessungen. Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode ermittelt. Bei der Min/Max-Methode wird der gefundene Maximalwert verwendet. Bei der Histogram-Methode wird der am häufigsten oberhalb der Mitte gefundene Wert verwendet. Dieser Wert wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.
Low		Dieser Wert wird als 0 % verwendet, wenn hohe Referenzwerte, mittlere Referenzwerte oder niedrige Referenzwerte benötigt werden, z. B. bei Abfallzeit- oder Anstiegszeitmessungen. Wird entweder mit der Min/Max- oder der Histogramm-Methode ermittelt. Bei der Min/Max-Methode wird der gefundene Minimalwert verwendet. Bei der Histogram-Methode wird der am häufigsten unterhalb der Mitte gefundene Wert verwendet. Dieser Wert wird während des gesamten Signals oder des gesamten getorten Bereichs gemessen.

Amplitudenmessungen (Fortsetzung)

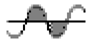
Messung		Beschreibung
Positives Überschwingen		Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Positives Überschwingen = (Maximum – Hoch) / Amplitude x 100 %.
Negatives Überschwingen		Dieser Wert wird über ein gesamtes Signal oder einen gesamten getorten Bereich gemessen und wird angegeben als: Negatives Überschwingen = (Niedrig – Minimum) / Amplitude x 100 %.
Mittelwert		Der über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gebildete arithmetische Mittelwert.
Zyklusmittelwert		Der über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gebildete arithmetische Mittelwert.
Eff		Die über das gesamte Signal oder den gesamten getorten Bereich gemessene echte Effektivwertspannung.
Zyklus-Effektivwert		Die über den ersten Zyklus des Signals oder des getorten Bereichs gemessene echte Effektivwertspannung .



Verschiedene Messungen

Messung		Beschreibung
Positive Impulszählung		Die Anzahl der positiven Impulse, die über den mittleren Referenzübergang im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich hinausgeht.
Negative Impulszählung		Die Anzahl der negativen Impulse, die unter dem mittleren Referenzübergang im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich liegen.
Steigende Flankenzählung		Die Anzahl der positiven Übergänge von einem niedrigen Referenzwert zu einem hohen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.
Fallende Flankenzählung		Die Anzahl der negativen Übergänge von einem hohen Referenzwert zu einem niedrigen Referenzwert im Signal- oder Gate-gesteuerten Bereich.
Fläche		Eine zeitabhängige Spannungsmessung. Die Messung ermittelt die Fläche während der Dauer des gesamten Signals oder des getorten Bereichs in Voltsekunden. Die Fläche oberhalb von Masse ist positiv und die Fläche unterhalb von Masse ist negativ.

Verschiedene Messungen (Fortsetzung)

Messung		Beschreibung
Zyklusfläche		Eine Spannung/Zeit-Messung. Bei der Messung wird die Fläche während des ersten Zyklus des Signals oder des ersten Zyklus des Gate-Bereichs in Volt-Sekunden angegeben. Die Fläche oberhalb des allgemeinen Referenzpunkts ist positiv, und die Fläche unterhalb des allgemeinen Referenzpunkts ist negativ.

Anpassen einer automatischen Messung

Automatische Messungen können durch Gating, Momentaufnahmen oder Festlegen des hohen und niedrigen Pegels benutzerdefiniert werden.

Gating

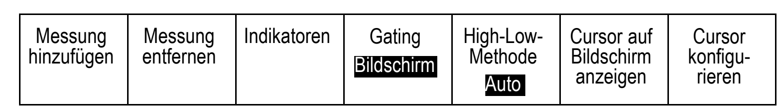
Gating beschränkt die Messung auf einen bestimmten Bereich des Signals. Um Gating zu verwenden, führen Sie folgende Schritte aus:

1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **Gating**.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Gating Bildschirm	High-Low-Methode Auto	Cursor auf Bildschirm anzeigen	Cursor konfigu-rieren





3. Positionieren Sie die Gates der Optionen im Menü auf dem seitlichen Rahmen.

Messungs-Gating
Aus (Gesamt)
Bildschirm
Zwischen den Cursorn

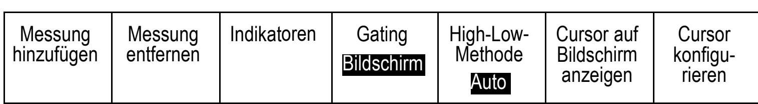
Snapshot All

So zeigen Sie alle Messungen aus einer Quelle gleichzeitig an:

1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **Messung hinzufügen**.

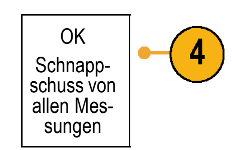




3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den **Messtyp** von **Schnappschuss** auszuwählen.



4. Drücken Sie **Schnappschuss von allen Messungen**.



5. Zeigen Sie die Ergebnisse an.

Schnappschuss von 1

Periode	: 312,2 µs	Freq	: 3,203 kHz
+Breite	: 103,7 µs	–Breite	: 208,5 µs
BrstBr	: 936,5 µs		
Anstieg	: 1,452 µs	Abfall	: 1,144 µs
+Last	: 33.23%	–Last	: 66.77 %
+Über	: 7.143%	–Über	: 7.143 %
High	: 9,200 V	Low	: -7,600 V
Max	: 10,40 V	Min	: -8,800 V
Ampl	: 16,80 V	Sp-Sp	: 19,20 V
Mittel	: -5,396 V	ZMittel	: -5,396 V
Eff	: 7,769 V	Zeff	: 8,206 V
Fläche	: -21,58 mVs	ZykFl	: -654,6 µVs
+Flanke	:7	–Flanke	:7
+Impuls	:6	–Impuls	:6

Hohe und niedrige Pegel

Die High-Low-Methode bestimmt die hohen (100 %) und die niedrigen (0 %) Werte des Signals oder getorten Bereichs. Beschreibungen darüber, wie die hohen und niedrigen Pegel für Messungen verwendet werden, finden Sie unter *Automatische Messungen auswählen*. (Siehe Seite 97.)

1. Drücken Sie **Messen**.



2. Drücken Sie **High-Low-Methode**.

Messung hinzufügen	Messung entfernen	Indikatoren	Gating Bildschirm	High-Low-Methode Auto	Cursor auf Bildschirm anzeigen	Cursor konfigu-rieren



3. Legen Sie die Pegel im Menü auf dem seitlichen Rahmen fest.

   Verwenden Sie für Impulse die Histogramm-Methode.

   Verwenden Sie für alle anderen Signale die Min-Max-Methode.

Auto-Auswahl
Histogramm (für Impulse)
Min-Max (für alle anderen Signale)

Beschreibungen der hohen und niedrigen Messwerte finden sie in der Tabelle der Amplitudenmessungen unter *Automatische Messungen auswählen*. (Siehe Seite 98.)

Manuelle Messungen mit Cursorn vornehmen

Cursor sind Markierungen auf dem Bildschirm, die Sie in der Signalanzeige positionieren, um manuelle Messungen an erfassten Daten vorzunehmen. Sie werden als horizontale und/oder vertikale Linien angezeigt. So verwenden Sie Cursor auf analogen oder digitalen Kanälen:

1. Drücken Sie **Cursor**.

   Dadurch ändert sich der Zustand des Cursors. Die drei Zustände sind:

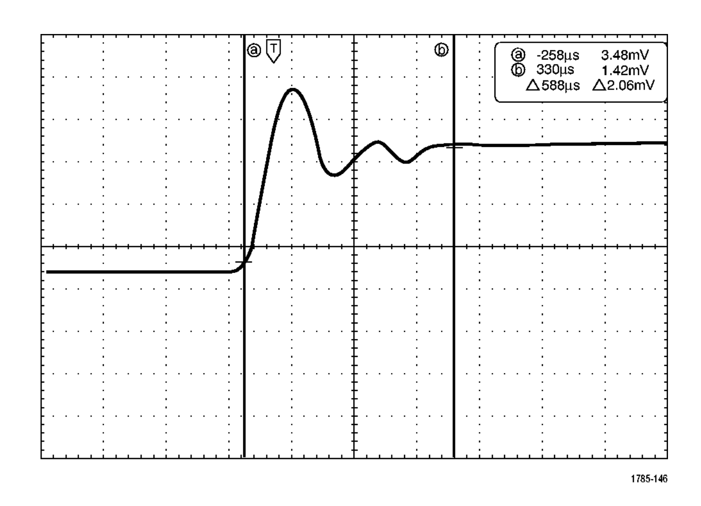
   - Es werden keine Cursor auf dem Bildschirm angezeigt.
   - Es werden zwei vertikale Signalcursor angezeigt. Sie sind dem ausgewählten analogen oder den digitalen Signalen zugeordnet.
   - Es werden vier Bildschirmcursor angezeigt. Zwei sind vertikal und zwei sind horizontal. Sie sind keinem bestimmten Signal zugeordnet.



2. Drücken Sie erneut **Cursor**.

   Im Beispiel werden zwei vertikale Cursor auf dem ausgewählten Signal angezeigt. Durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** verschieben Sie einen Cursor nach rechts bzw. nach links. Durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **b** verschieben Sie den anderen Cursor.

   Wenn Sie durch Drücken einer der Tasten **1**, **2**, **3**, **4**, **M**, **R** oder **D15-D0** auf der Frontplatte die Signalauswahl ändern, springen beide Cursor auf das neu ausgewählte Signal.





3. Drücken Sie **Wählen**.

   Dadurch wird die Cursorverknüpfung ein- und ausgeschaltet. Wenn die Verknüpfung eingeschaltet ist, werden durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **a** die zwei Cursor aufeinander zu bewegt. Durch Drehen des Mehrzweck-Drehknopfs **b** kann die Zeit zwischen den Cursorn angepasst werden.



4. Drücken Sie **Fein**, um zwischen einer Grob- und einer Feinabstimmung der Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b** zu wechseln.

   Durch Drücken von **Fein** wird auch die Empfindlichkeit anderer Drehknöpfe verändert.

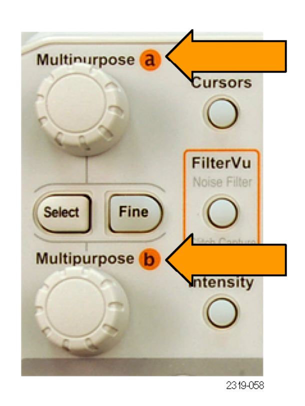


5. Drücken Sie erneut **Cursor**.

   Dadurch wechseln die Cursor in den Bildschirmmodus. Es verlaufen zwei horizontale und zwei vertikale Leisten über das Raster.



6. Drehen Sie die Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b**, um die beiden horizontalen Cursor zu verschieben.



7. Drücken Sie **Wählen**.

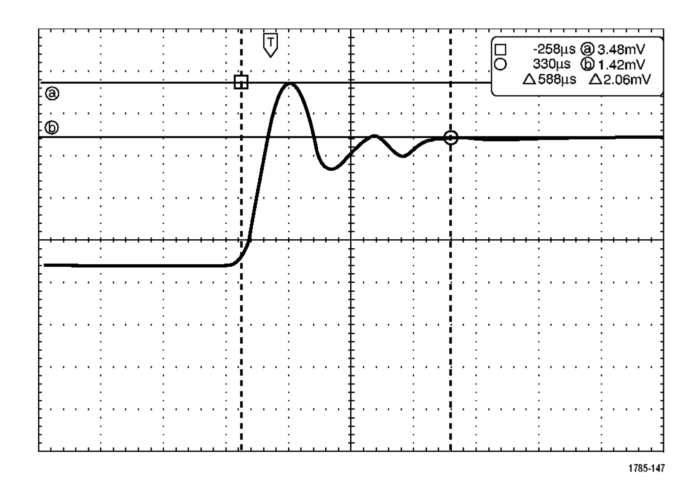
   Dadurch werden die vertikalen Cursor aktiv und die horizontalen Cursor inaktiv. Wenn Sie nun die Mehrzweck-Drehknöpfe drehen, werden die vertikalen Cursor verschoben.

   Drücken Sie nochmals **Wählen**, um die horizontalen Cursor wieder zu aktivieren.



8. Zeigen Sie die Cursor und die Cursor-Messwertanzeige an.

   Mit Cursorn können Sie auf digitalen Kanälen Zeitmessungen, aber keine Amplitudenmessungen durchführen.



9. Drücken Sie erneut **Cursor**. Dadurch wird der Cursormodus ausgeschaltet. Die Cursor und die Cursor-Messwertanzeige werden nicht mehr auf dem Bildschirm angezeigt.



Verwenden von Cursor-Messwertanzeigen

Cursor-Messwertanzeigen enthalten Informationen in Zahlen oder in Textform bezüglich der aktuellen Cursorpositionen. Auf dem Oszilloskop werden die Messwerte immer angezeigt, wenn die Cursor eingeschaltet sind.

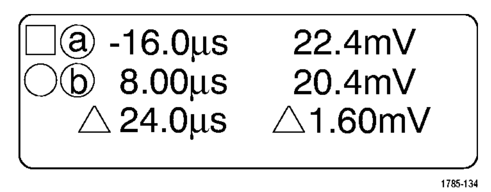
Die Messwertanzeigen befinden sich in der oberen rechten Ecke des Rasters. Wenn der Zoom eingeschaltet ist, wird die Anzeige in der oberen rechten Ecke des Zoomfensters angezeigt.

Wenn ein Bus ausgewählt wurde, werden in der Anzeige die decodierten Busdaten in dem ausgewählten Format (hexadezimal, binär oder, bei RS-232, ASCII) dargestellt. Wenn ein digitaler Kanal ausgewählt wurde, enthalten die Cursor die Werte aller angezeigten digitalen Kanäle.

HINWEIS. *Wenn Busse ausgewählt werden, wird in der Cursoranzeige der Datenwert an diesem Punkt dargestellt.*

Δ-Anzeige:

Die Δ-Anzeige stellt den Unterschied zwischen den beiden Cursorpositionen dar.



a-Anzeige:

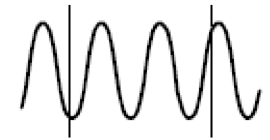
Durch diese Anzeige wird dargestellt, dass der Wert durch den Mehrzweck-Drehknopf **a** gesteuert wird.

b-Anzeige:

Durch diese Anzeige wird dargestellt, dass der Wert durch den Mehrzweck-Drehknopf **b** gesteuert wird.

Die horizontalen Cursorlinien auf dem Bildschirm messen die vertikalen Parameter, normalerweise die Spannung.

Die vertikalen Cursorlinien auf dem Bildschirm messen horizontale Parameter, normalerweise die Zeit.



Die quadratischen und kreisförmigen Symbole in der Anzeige bilden die beiden Mehrzweck-Drehknöpfe ab, wenn sowohl vertikale als auch horizontale Cursor vorhanden sind.

Verwenden von XY-Cursorn

Bei aktivierter XY-Anzeige erscheinen die Cursoranzeigen rechts neben dem unteren Raster (XY). Sie können festlegen, welche Messwerte angezeigt werden sollen: Rectangular, Polar, Produkt oder Verhältnis.

***HINWEIS.** Um weitere Optionen des Cursor-Menüs, wie **Cursor auf Bildschirm anzeigen** und **Cursor konfigurieren**, nutzen zu können, drücken Sie die Taste **Messen**.*

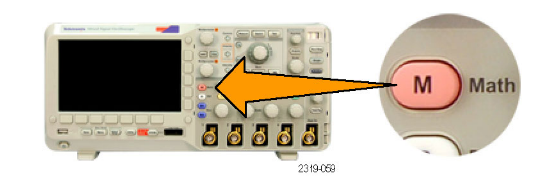
Verwenden von mathematischen Signalen

Erstellen Sie mathematische Signale zur Unterstützung der Analyse der Kanal- und Referenzsignale. Durch Kombinieren und Umwandeln der Quellsignale und anderer Daten in mathematische Signale, können Sie die Datenanzeige ableiten, die für Ihre Anwendung erforderlich ist.

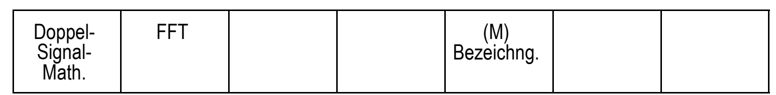
***HINWEIS.** In Verbindung mit seriellen Bussen stehen keine Math-Signale zur Verfügung.*

Führen Sie mit dem folgenden Verfahren einfache (+, –, ×) mathematische Operationen für zwei Signale durch:

1. Drücken Sie **M**, um das Menü Math aufzurufen.



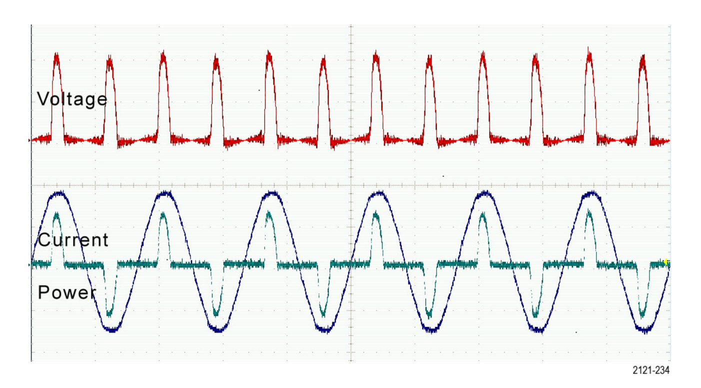
2. Drücken Sie **Doppel-Signal-Math.**





3. Legen Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Quellen auf Kanal **1**, **2**, **3**, **4** oder die Referenzsignale **R1** oder **R2** fest. Wählen Sie die Operatoren **+**, **–** oder **x** aus.

Sie können zum Beispiel die Leistung berechnen, indem Sie ein Spannungssignal mit einem Stromsignal multiplizieren.



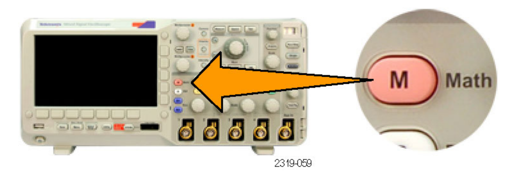
Schnelltipps

- Mathematische Signale können aus Kanal- oder Referenzsignalen oder einer Kombination dieser beiden erstellt werden.
- Für mathematische Signale können auf die gleiche Weise Messungen wie für Kanalsignale vorgenommen werden.
- Für mathematische Signale wird die horizontale Skala und Position von den Quellen im Math-Ausdruck abgeleitet. Durch Anpassen dieser Bedienelemente für die Quellsignale wird auch das mathematische Signal angepasst.
- Sie können mathematische Signale mit Hilfe des inneren Drehknopfs des Pan-Zoom-Bedienelements vergrößern. Mit dem inneren Drehknopf positionieren Sie den gezoomten Bereich. (Siehe Seite 113, *Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge*.)
- Beide Math-Quellen müssen die gleiche Aufzeichnungslänge haben.

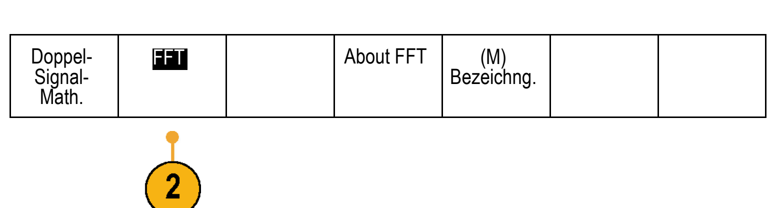
Verwendung von FFT

FFT zerlegt Signale in Frequenzkomponenten, die vom Oszilloskop dann anstelle des normalen Zeitbereich als Graph anzeigt werden. Diese Frequenzen können mit bekannten Systemfrequenzen abgeglichen werden, etwa System-Taktgebern, Oszillatoren oder Stromquellen.

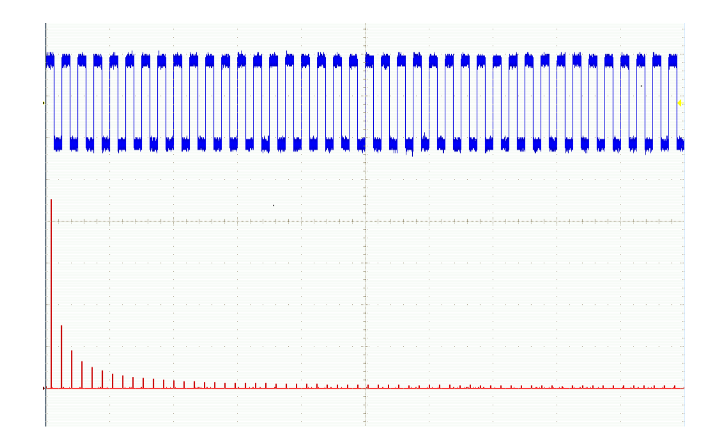
1. Drücken Sie **Math**.

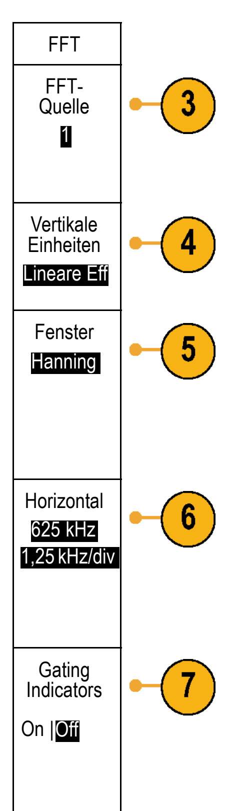


2. Drücken Sie **FFT**.



Auf dem Bildschirm wird FFT angezeigt.





3. Drücken Sie die Taste **FFT-Quelle** auf dem seitlichen Rahmen, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die Quelle auf Kanal **1**, **2**, **3** oder **4** festzulegen.
4. Drücken Sie **Vertikale Einheiten**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um „dBV Eff" oder „Lineare Eff" auszuwählen.
5. Drücken Sie **Fenster**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um die Fensterfunktionen Rectangular, Hamming, Hanning oder Blackman-Harris auszuwählen.
6. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen die Taste **Horizontal**, um die Mehrzweck-Drehknöpfe **a** und **b** zu aktivieren und so die FFT-Anzeige verschieben und zoomen zu können.
7. Drücken Sie auf dem seitlichen Rahmen die Taste **Gating Indicators** (Gating-Indikatoren), um die visuellen Gating-Indikatoren zu aktivieren, die den FFT-Analysebereich anzeigen.

Wichtige Hinweise zur Verwendung der FFT-Funktion auf diesem Oszilloskop:

- Der Bereich der Signalquelle, der zur Berechnung der FFT verwendet wird, ist in der Regel etwas geringer als eine Bildschirmbreite an Daten. Um diesen Bereich anzuzeigen, schalten Sie die Gating-Indikatoren ein.
- Die FFT wird (typischerweise) über 5.000 Punkte des Quellsignals berechnet. Wenn der Eingabebereich mehr als 5.000 Punkte enthält, wird die Auflösung des Bereichs reduziert, d. h. die Anzahl der Abtastungen wird verringert.
- Wenn der Eingabebereich außerhalb des Bildschirms liegt, kann die FFT nicht berechnet werden. Zum Anzeigen des Signals auf dem Bildschirm drücken Sie **Erfassen** -> **Horiz. Position auf 0 Sek. setzen**.

Aliasing

Die größte Frequenz im FFT-Spektrum wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzanteile über der Nyquist-Frequenz werden auf dem Bildschirm als unter der Nyquist-Frequenz liegend angezeigt. Dies wird als Aliasing bezeichnet. Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

- Stellen Sie die FFT so ein, dass die Nyquist-Frequenz über den Hauptfrequenzanteilen Ihres Signals liegt. Passen Sie dazu die horizontale Zeit an. Diese wirkt sich auf die Nyquist-Frequenz aus.
- Verwenden Sie den FilterVu-Tiefpassfilter, um Aliasing für das Quellsignal auszuschalten. Stellen Sie dazu die Filterfrequenz auf den Mindestwert ein (bei ausgeschaltetem Zoom und laufenden Erfassungen). Alias-Frequenzen werden auf höchstens 1 % ihrer ursprünglichen Amplitude reduziert. Bei Verwendung einer Filterfrequenz, die oberhalb des Mindestwerts liegt, kann Aliasing zwar reduziert, aber nicht völlig ausgeschaltet werden.
- Erkennen und ignorieren Sie die Aliasfrequenzen.

HINWEIS. *Die Nyquist-Frequenz entspricht der Hälfte der Abtastrate. Wenn die FFT an einem Signal mit reduzierter Auflösung vorgenommen wird, entspricht die Nyquist-Frequenz der Hälfte der reduzierten Abtastrate des Signals, und nicht der Hälfte der vollständigen Abtastrate des Oszilloskops.*

Schnelltipps

- Verwenden Sie die Zoomfunktion bei Bedarf zusammen mit dem Horizontal-Bedienelementen **Position** und **Skala**, um das FFT-Signal zu vergrößern und zu positionieren.
- Mit der dBV Eff-Standardskala können Sie eine detaillierte Ansicht mehrerer Frequenzen auch dann anzeigen, wenn deren Amplituden sehr unterschiedlich sind. Mit der linearen Eff-Skala können Sie zu Vergleichszwecken eine Gesamtansicht aller Frequenzen anzeigen.
- Die FFT-Funktion weist vier Fenster auf. Jedes stellt einen Kompromiss zwischen Frequenzauflösung und Größengenauigkeit dar. Die Auswahl des Fenster hängt von den zu messenden Werten und den Eigenschaften des Quellsignals ab. Wählen Sie das passende Fenster anhand der folgenden Kriterien aus.

Beschreibung	Fenster
Hanning Dieses Fenster eignet sich sehr gut zum Messen der Amplitudengenauigkeit, aber weniger zum Auflösen von Frequenzen. Verwenden Sie „Hanning“ zum Messen von Sinus-, periodischem und unkorreliertem Schmalbandrauschen. Dieses Fenster eignet sich für Störspitzen oder Bursts, wobei die Signalpegel vor und nach dem Ereignis signifikante Unterschiede aufweisen.	
Rectangular Dies ist der geeignetste Fenstertyp zum Auflösen von Frequenzen, die sehr nahe an einem einzigen Wert liegen, jedoch am ungeeignetsten zum genauen Messen der Amplitude solcher Frequenzen. Es ist der optimale Typ zum Messen des Frequenzspektrums sich nicht wiederholender Signale und zum Messen von Frequenzanteilen, die der Gleichstromfrequenz ähneln. Verwenden Sie „Rectangular“, um Störspitzen oder Bursts zu messen, wobei die Signalpegel vor und nach dem Ereignis fast gleich sind. Verwenden Sie dieses Fenster auch für Sinussignale gleicher Amplitude mit nahe beieinander liegenden Frequenzen sowie für unkorreliertes Breitbandrauschen mit sich relativ langsam änderndem Spektrum.	

Beschreibung	Fenster
Hamming Dieses Fenster eignet sich sehr gut zum Auflösen von Frequenzen, die sehr nah am gleichen Wert liegen. Die Amplitudengenauigkeit ist dabei etwas besser als beim Fenster „Rectangular". Das Fenster bietet eine geringfügig bessere Frequenzauflösung als „Hanning". Verwenden Sie „Hamming" zum Messen von Sinus-, periodischem und unkorreliertem Schmalbandrauschen. Dieses Fenster eignet sich für Störspitzen oder Bursts, wobei die Signalpegel vor und nach dem Ereignis signifikante Unterschiede aufweisen.	
Blackman-Harris: Dieses Fenster eignet sich am besten zum Messen von Frequenzamplituden, aber am wenigsten zum Auflösen von Frequenzen. Verwenden Sie „Blackman-Harris" zum vorrangigen Messen von Einzelfrequenzsignalen, um nach Oberwellen höheren Grads zu suchen.	

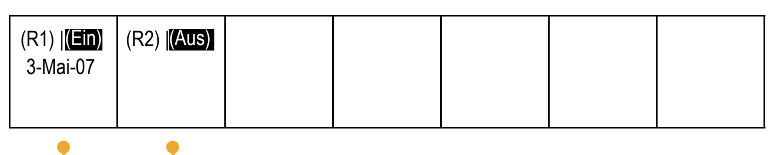
Verwendung von Referenzsignalen

Erstellen Sie ein Referenzsignal, um ein Signal zu speichern. Auf diese Weise können Sie beispielsweise einen Standard einrichten, mit dem alle anderen Signale verglichen werden können. So verwenden Sie die Referenzsignale:

1. Drücken Sie **Ref R**. Auf dem unteren Rahmen wird das Referenzmenü angezeigt.

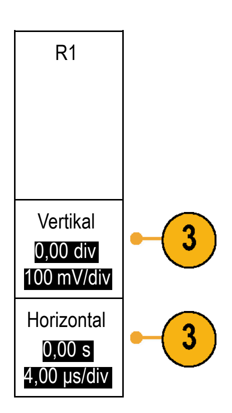


2. Über die im Menü auf dem unteren Rahmen angezeigten Optionen können Sie ein Referenzsignal anzeigen oder auswählen.



2 2

3. Verwenden Sie das Menü auf dem seitlichen Rahmen und die Mehrzweck-Drehknöpfe, um die Vertikal- und Horizontal-Einstellungen des Referenzsignals anzupassen.



Schnelltipps

- **Referenzsignale auswählen und anzeigen.** Sie können alle Referenzsignale gleichzeitig anzeigen. Um ein bestimmtes Referenzsignal auszuwählen, drücken Sie die entsprechende Bildschirmtaste.
- **Entfernen von Referenzsignalen aus der Anzeige.** Um ein Referenzsignal aus der Anzeige zu entfernen, drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **R**, und greifen Sie auf das Menü auf dem unteren Rahmen zu. Drücken Sie dann die entsprechende Taste im Menü auf dem unteren Rahmen, um es zu deaktivieren.
- **Skalieren und Positionieren eines Referenzsignals.** Sie können ein Referenzsignal unabhängig von allen anderen angezeigten Signalen positionieren und skalieren. Wählen Sie das Referenzsignal aus, und passen Sie es mit einem Mehrzweck-Drehknopf an. Dabei ist es unwichtig, ob gerade eine Erfassung läuft.

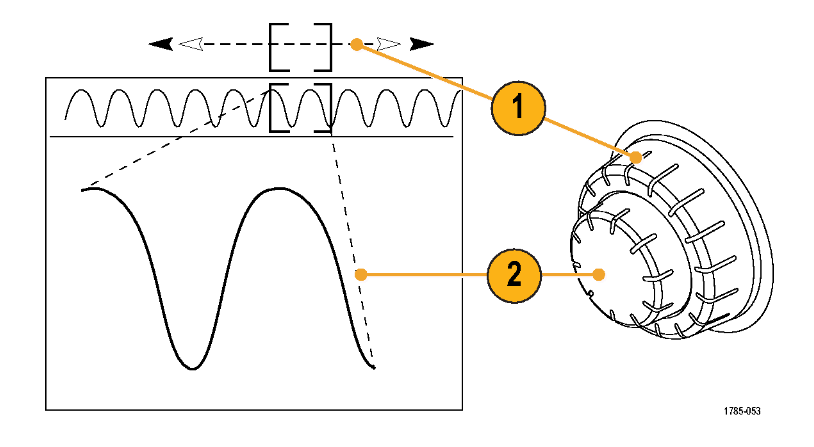
  Wenn ein Referenzsignal ausgewählt ist, sind die Skalierungs- und Neupositionierungsfunktionen für das Referenzsignal identisch, unabhängig davon, ob Zoom aktiviert oder deaktiviert ist.

Verwalten von Signalen mit größerer Aufzeichnungslänge

Mithilfe der Steuerelemente von Wave Inspector (Zoom/Verschieben, Play/Pause, Marke, Suchen) können Sie Signale mit größerer Aufzeichnungslänge effizient bearbeiten. Um ein Signal horizontal zu vergrößern, drehen Sie den Knopf „Zoom" (Drehknopf in der Mitte). Um einen Bildlauf durch ein gezoomtes Signal durchzuführen, drehen Sie den Knopf „Verschieben".

Das Bedienelement „Pan-Zoom" besteht aus den folgenden Teilen:

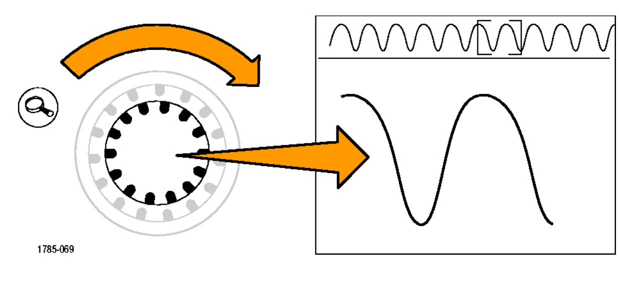
1. Einem äußeren Drehknopf zum Verschieben („Pan")
2. Einem inneren Drehknopf zum Zoomen



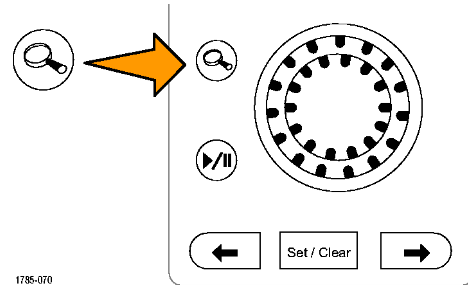
Zoomen eines Signals

So verwenden Sie den Zoom:

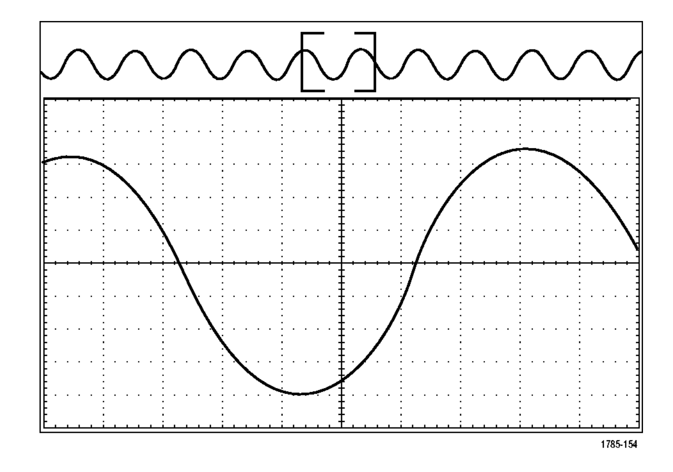
1. Drehen Sie den inneren Knopf des Bedienelements „Pan-Zoom" im Uhrzeigersinn, um den ausgewählten Teil des Signals zu vergrößern. Drehen Sie den Knopf entgegen dem Uhrzeigersinn, um ihn wieder zu verkleinern.



2. Sie können den Zoom-Modus auch aktivieren und deaktivieren, indem Sie die Zoom-Taste drücken.



3. Überprüfen Sie die gezoomte Signalansicht, die im unteren, größeren Teil des Bildschirms angezeigt wird. Im oberen Teil des Bildschirms wird im Kontext der gesamten Aufzeichnung die Position und Größe des gezoomten Teils des Signals angezeigt.

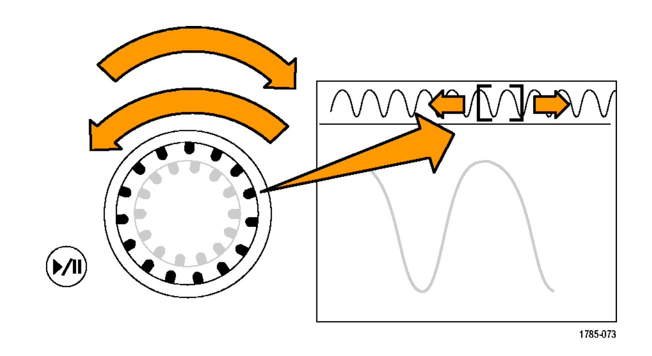


Verschieben eines Signals

Bei aktivierter Zoom-Funktion können Sie mit Hilfe der Verschiebefunktion („Pan“) schnell einen Bildlauf durch das Signal durchführen. So verwenden Sie die Verschiebefunktion:

1. Drehen Sie den äußeren Drehknopf „Verschieben“ des Bedienelements „Verschieben-Zoom“, um das Signal zu verschieben.

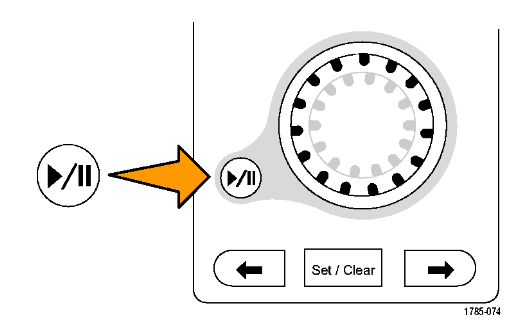
   Drehen Sie den Knopf im Uhrzeigersinn, um es vorwärts zu verschieben. Drehen Sie es entgegen dem Uhrzeigersinn, um es rückwärts zu verschieben. Je weiter Sie den Knopf drehen, desto schneller wird das Zoom-Fenster verschoben.



Wiedergeben und Anhalten eines Signals

Verwenden Sie die Wiedergabe-/Pausen-Funktion um durch ein aufgezeichnetes Signal automatisch einen Bildlauf durchzuführen. So verwenden Sie die Funktion:

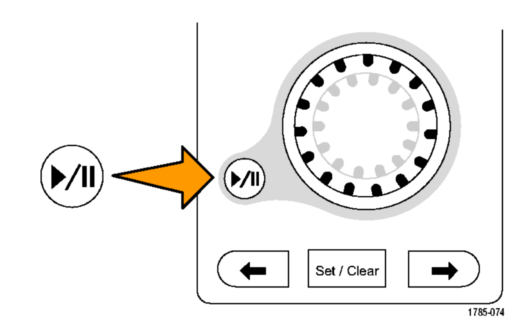
1. Aktivieren Sie den Wiedergabe-/Pausen-Modus, indem Sie die Wiedergabe-/Pause-Taste drücken.
2. Stellen Sie die Wiedergabegeschwindigkeit ein, indem Sie den äußeren Knopf („Pan“) weiter drehen. Je weiter Sie ihn drehen, desto höher ist die Geschwindigkeit.



3. Wechseln Sie die Wiedergaberichtung, indem Sie den Knopf in die andere Richtung drehen.

4. Bis zu einem gewissen Grad wird die Anzeige während der Wiedergabe um so mehr beschleunigt, je weiter Sie den Ring drehen. Wenn Sie den Ring bis zum Anschlag drehen, ändert sich die Wiedergabegeschwindigkeit nicht mehr, doch bewegt sich das Zoomfeld schnell in die betreffende Richtung. Drehen Sie den Knopf bis zum Anschlag, um einen Teil des Signals erneut wiederzugeben, den Sie eben gesehen haben und erneut sehen möchten.

5. Stoppen Sie die Wiedergabe-/Pausen-Funktion, indem Sie die Wiedergabe-/Pause-Taste erneut drücken.



Suchen und Markieren von Signalen

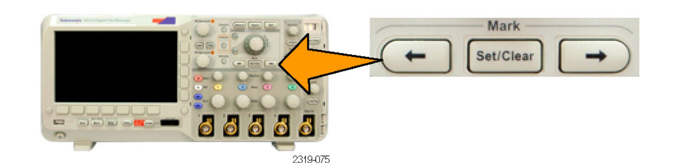
Sie können besonders interessante Punkte eines erfassten Signals markieren. Solche Markierungen erleichtern die Begrenzung der Analyse auf bestimmte Bereiche des Signals. Bereiche eines Signals können automatisch markiert werden, wenn sie bestimmte Kriterien erfüllen, Sie können aber auch manuell alle interessanten Punkte markieren. Von Markierung zu Markierung (interessantem Punkt zu interessantem Punkt) springen Sie mit den Pfeiltasten. Viele der Parameter, die zum Triggern verwendet werden können, können auch automatisch gesucht und markiert werden.

Suchmarkierungen bieten eine Möglichkeit, Signalbereiche als Referenz zu markieren. Über die Suchkriterien können Sie Markierungen automatisch setzen. Sie können Bereiche suchen und markieren, die bestimmte Flanken, Impulsbreiten, Runts, Logikzustände, Anstiegs-/Abfallzeiten, Setup-/Hold-Werte und Bus-Suchtypen aufweisen.

So setzen und entfernen (löschen) Sie Markierungen:

1. Wechseln Sie mit dem Zoomfeld zu dem Bereich des Signals, in dem Sie eine Suchmarkierung setzen (oder entfernen) möchten, indem Sie den äußeren Knopf („Pan“) drehen.

   Drücken Sie die Vorwärts- (→) oder Rückwärts-Pfeiltaste (←), um zu einer vorhandenen Markierung zu springen.





2. Drücken Sie **Setzen/Löschen**.

   Wenn sich in der Mitte des Bildschirms keine Suchmarkierung befindet, wird eine hinzugefügt.

3. Um Ihr Signal zu untersuchen, wechseln Sie von Suchmarke zu Suchmarke. Mit den Pfeiltasten → (vorwärts) und ← (zurück) können Sie von einer markierten Stelle zur nächsten wechseln, ohne irgendwelche anderen Bedienelemente verwenden zu müssen.

4. Löschen einer Marke. Drücken Sie die Pfeiltasten → (vorwärts) oder ← (zurück), um zu der Marke zu wechseln, die Sie löschen möchten. Zum Entfernen der aktuellen Marke in der Mitte drücken Sie **Setzen/Löschen**. Dies geht bei manuell wie auch automatisch erstellten Marken.

So setzen und entfernen (löschen) Sie Suchmarkierungen automatisch:

1. Drücken Sie **Suchen**.

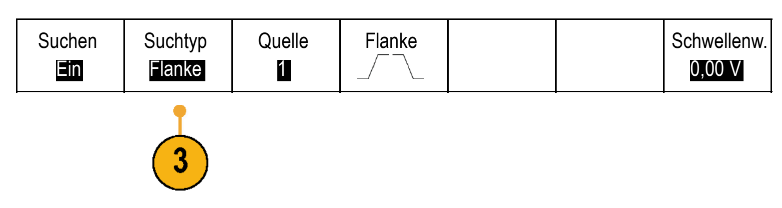


2. Drücken Sie **Suchen** im unteren Rahmenmenü, und wählen Sie **Ein** aus.

   Das Suchmenü ähnelt dem Triggermenü.



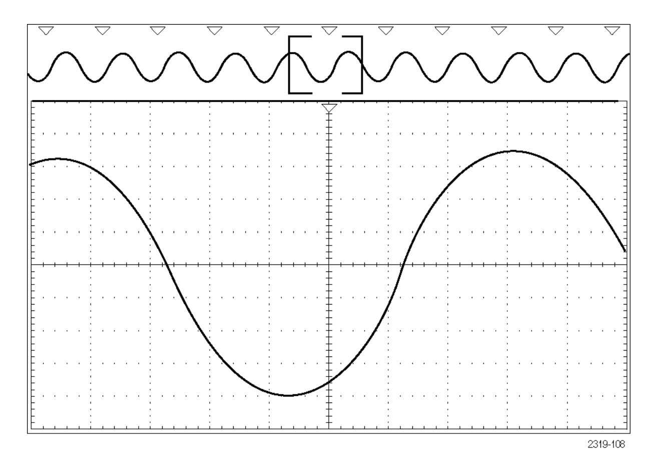
3. Drücken Sie **Suchtyp**.



Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um den Suchtyp auszuwählen: Flanke, Impuls, Runt, Logik, Setup & Hold, Anstiegszeit/Abfallzeit oder Bus.



Auf dem Bildschirm werden durch leere Dreiecke die Positionen automatischer Markierungen und durch gefüllte Dreiecke benutzerdefinierte Positionen angegeben. Diese werden sowohl in normalen als auch in gezoomten Signalansichten angezeigt.



4. Sie können Ihr Signal schnell untersuchen, indem Sie mit den Pfeiltasten → (vorwärts) oder ← (zurück) von einer Suchmarke zur nächsten wechseln. Es sind keine weiteren Einstellungen erforderlich.

Schnelltipps.

- Sie können Triggereinstellungen kopieren, um nach anderen Positionen im erfassten Signal zu suchen, die die Triggerbedingungen erfüllen.
- Sie können auch die Sucheinstellungen in den Trigger kopieren.
- Wenn das Signal oder die Einstellungen gespeichert werden, werden benutzerdefinierte Markierungen mit dem Signal gespeichert.
- Automatische Suchmarkierungen werden beim Speichern des Signals nicht mit dem Signal gespeichert. Sie können sie jedoch mit der Suchfunktion problemlos neu erfassen.
- Die Suchkriterien werden in den gespeicherten Einstellungen gespeichert.

Der Wave Inspector verfügt über folgende Suchfunktionen:

Suchen	Beschreibung
Flanke	Suche nach Flanken (ansteigend oder abfallend) mit benutzerdefiniertem Schwellwert.
Impulsbreite	Suche nach positiven oder negativen Impulsbreiten, die >, <, = oder ≠ einer benutzerdefinierten Impulsbreite sind.
Runt	Suche nach positiven oder negativen Impulsen, die eine Amplitudenschwelle überschreiten, eine zweite Schwelle jedoch nicht überschreiten, bevor die erste Schwelle erneut überschritten wird. Suche nach allen Runt-Impulsen oder nur solchen, die >, <, = oder ≠ einem benutzerdefinierten Zeitraum sind.
Logik	Sucht nach einer logischen Struktur (AND oder NAND) über mehrere Signale hinweg, wobei jeder Eingang auf Hoch, Niedrig oder Beliebig festgelegt wird. Suche nach dem Punkt, an dem das Ereignis wahr wird, unwahr wird, oder für eine benutzerdefinierte Zeit >, <, = oder ≠ aktiv bleibt. Zusätzlich können Sie einen der Eingänge als Taktgeber für synchrone (Status) Suchen definieren.
Setup & Hold	Suche nach Verletzungen von benutzerdefinierten Setup-and-hold-Zeiten.
Anstiegszeit/Abfallzeit	Suche nach ansteigenden und/oder abfallenden Flanken, die >, <, = oder ≠ einem benutzerdefinierten Zeitraum sind.

Suchen	Beschreibung
Bus	Parallel: Suche nach einem binären oder hexadezimalen Wert (nur Serie MSO2000). I²C: Suche nach Start, wiederholtem Start, Stopp, fehlender Bestätigung, Adresse, Daten oder Adresse und Daten. SPI: Suche nach SS Active, MOSI, MISO oder MOSI & MISO. CAN: Suche nach Frame-Beginn, Frame-Typ (Daten, Remote, Fehler, Überlastung), Kennung (Standard oder Erweitert), Daten, Kennung und Daten, Frame-Ende oder Fehlende Best., Bit-Stuffing-Fehler. RS-232, RS-422, RS-485, UART: Suche nach Tx Startbit, Rx Startbit, Tx Paketende, Rx Paketende, Tx Daten, Rx Daten, Paritätsfehler bei Übertrag., Paritätsfehler beim Empfang. LIN: Suche nach Synchronis., Kennung, Daten, ID & Daten, Wakeup-Frame, Sleep-Frame oder Fehler.

Informationen zum Speichern und Abrufen

Das Oszilloskop bietet dauerhafte Speichermöglichkeiten für Einstellungen, Signale und Bildschirmdarstellungen. Im internen Speicher des Oszilloskops können Sie Einstellungsdateien und Referenzsignaldaten speichern.

Verwenden Sie externe Speicher, wie z. B. USB-Flash-Laufwerke, um Einstellungen, Signale und Bildschirmabbildungen zu speichern. Verwenden Sie externe Speicher auch für den Transport von Daten auf andere Computer, um sie dort weiter zu analysieren und zu archivieren.

Struktur der externen Datei. Wenn Sie Informationen extern speichern möchten, wählen Sie die entsprechende Menüoption (z. B. die Option **In Datei** im Menü auf dem seitlichen Rahmen, um Einstellungen und Signale zu speichern), und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Struktur der externen Datei zu blättern. Laufwerk E ist das USB-Flash-Laufwerk, das am USB-Hostanschluss auf der Vorderseite des Oszilloskops angeschlossen ist.

Verwenden Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Liste der verfügbaren Dateien zu blättern. Zum Öffnen und Schließen von Ordnern drücken Sie die Taste **Wählen** auf dem Bedienfeld des Geräts.

Benennen der Datei. Das Oszilloskop weist den von ihm erstellten Dateien einen Standardnamen im folgenden Format zu:

- tekXXXXX.set für einzelne Setup-Dateien, wobei XXXXX eine Ganzzahl von 00000 bis 99999 ist. Der Name wird bei Setup-Dateien abgekürzt, die mit der auf Funktion „Alles speichern“ gespeichert wurden.
- tekXXXXX.png, tekXXXXX.bmp oder tekXXXXX.tif für einzelne Bilddateien. Bei Bilddateien, die mit der Funktion „Alles speichern“ gespeichert wurden, wird der Name auf tXXXXX.png, tXXXXX.bmp oder tXXXXX.tif abgekürzt.
- tXXXXYYY.csv für alle Tabellenkalkulations-Dateien oder tXXXXYYY.isf für alle Dateien im internen Format

Bei Signaldateien und bei Dateien im internen Format steht XXXX für eine Ganzzahl von 0000 bis 9999. YYY steht für den Kanal des Signals und kann einen der folgenden Werte haben:

- CH1, CH2, CH3 oder CH4 für die analogen Kanäle.
- D00, D01, D02, D03 usw. bis D15 für die digitalen Kanäle
- MTH für ein Math-Signal
- RF1 oder RF2 für Referenzspeichersignale
- ALL für eine einzelne Arbeitsblattdatei mit den Daten mehrerer Kanäle, die erstellt wird, wenn Sie „Alle Signale speichern“ wählen.

***HINWEIS.** In ISF-Dateien können nur analoge Kanäle und Signale gespeichert werden, die aus analogen Kanälen (wie Math und Referenz) abgeleitet wurden. Wenn Sie alle Kanäle im ISF-Format speichern, wird eine Gruppe von Dateien gespeichert. Jede dieser Dateien hat den gleichen Wert für XXXXX. Die Werte für YYY richten sich jedoch nach den verschiedenen Kanälen, die beim Ausführen von „Alle Signale speichern“ aktiviert waren.*

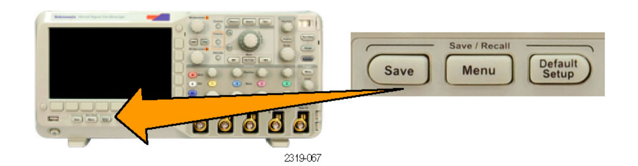
Wenn Sie zum Beispiel zum ersten Mal eine Datei speichern, lautet bei einer Setup- oder Bilddatei der Name tek00000, bei einer Signaldatei oder einer Datei im internen Format lautet der Name t0000. Wenn Sie beim nächsten Mal den gleichen Dateityp speichern, erhält die Datei den Namen tek00001 bzw. t0001.

Bei Busereignistabellen steht XXXX für eine Ganzzahl von 0000 bis 9999. YYY steht für den Bustyp und kann einen der folgenden Werte annehmen:

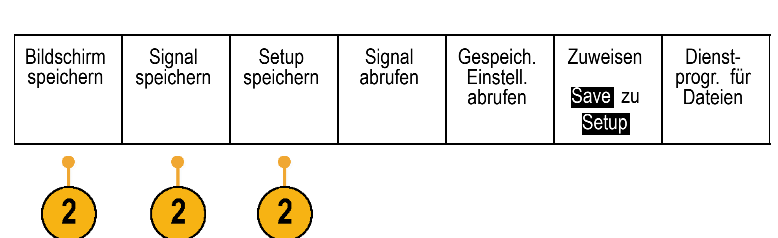
- RS2 (bezeichnet RS-232-, RS-422-, RS-485- oder UART-Busse), I2C, SPI, CAN oder LIN für einen seriellen Bus
- PAR für einen parallelen Bus

Ändern von Datei- und Verzeichnisnamen und von Bezeichnungen für Referenzsignale oder Oszilloskopeinstellungen. Benennen Sie Dateien mit aussagekräftigen Namen, die Sie später leicht wiedererkennen. So ändern Sie Datei- und Verzeichnisnamen sowie Bezeichnungen für Referenzsignalen und Oszilloskopeinstellungen:

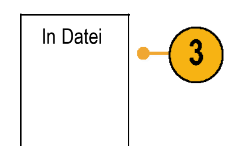
1. Drücken Sie **Save/Recall**.



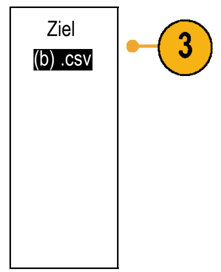
2. Drücken Sie **Bildschirm speichern**, **Signal speichern** oder **Setup speichern**.



3. Bei Setup-Dateien wechseln Sie zum Dateimanager, indem Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen die Option **In Datei** drücken.



Stellen Sie bei Signaldateien als **Ziel** eine Datei ein. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um **Tabellenkalkulations-Datei (.csv)** oder **Interne Datei (.isf)** auszuwählen. Drücken Sie die Taste **Speichern ...** auf dem seitlichen Rahmen, um zum Dateimanager zu wechseln.



4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 120, *Struktur der externen Datei*.)



5. Drücken Sie **Wählen**, um Dateiordner zu öffnen oder zu schließen.

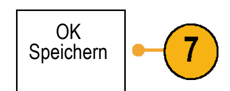


6. Drücken Sie **Dateiname bearbeiten**.

   Bearbeiten Sie den Dateinamen auf die gleiche Weise wie Bezeichnungen für Kanäle. (Siehe Seite 43, *Beschriften von Kanälen und Bussen*.)

7. Drücken Sie **Menu Off**, um den Speichervorgang abzubrechen, oder drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Speichern**, um den Vorgang abzuschließen.





Speichern einer Bildschirmdarstellung

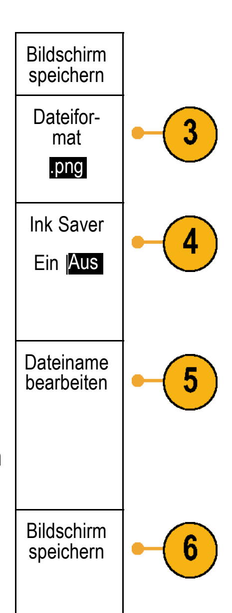
Eine Bildschirmdarstellung ist eine grafische Darstellung des Oszilloskop-Bildschirms. Sie unterscheidet sich von Signaldaten, die aus numerischen Werten für jeden Punkt des Signals bestehen. So speichern Sie eine Bildschirmdarstellung

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen die Option **Bildschirm speichern**.

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Zuweisen Save zuweisen zu Setup	Dienst-progr. für Dateien



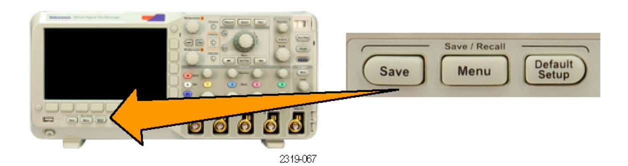
3. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen mehrmals **Dateiformat**, um die Formate .tif, .bmp und .png auszuwählen.
4. Drücken Sie **Ink Saver**, um den Modus **Ink Saver** ein- oder auszuschalten. Wenn der Modus eingeschaltet ist, wird ein weißer Hintergrund eingerichtet.
5. Drücken Sie **Dateiname bearbeiten**, um für die Bildschirmdatei einen benutzerdefinierten Namen zu erstellen. Wenn Sie einen Standardnamen verwenden möchten, überspringen Sie diesen Schritt.
6. Drücken Sie **Bildschirm speichern**, um das Bild auf das ausgewählte Medium zu schreiben.

Informationen zum Drucken von Bildschirmdarstellungen mit Signalen finden Sie unter *Drucken einer Hardcopy*. (Siehe Seite 130, *Drucken*.)

Speichern und Abrufen von Signaldaten

Signaldaten bestehen aus den numerischen Werten jedes einzelnen Punkts des Signals. Daten werden, anders als bei einer grafischen Darstellung des Bildschirms, kopiert. So speichern Sie die aktuellen Signaldaten oder rufen zuvor gespeicherte Signaldaten auf:

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Signal speichern** oder **Signal abrufen**.

***HINWEIS.** Das Oszilloskop kann digitale Signale in CSV-Dateien, nicht aber in Referenzspeichern sichern. Das Oszilloskop kann digitale Signale nicht abrufen.*

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Zuweisen Save zu Signal	Dienst-progr. für Dateien





3. Sie können eines oder alle Signale auswählen.
4. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort der Signaldaten aus.

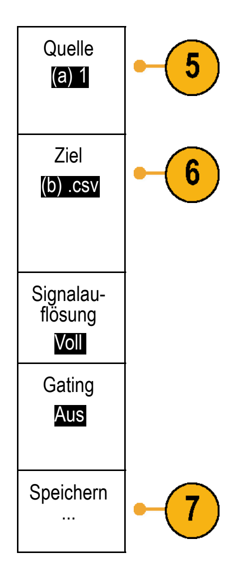
   Speichern Sie die Informationen extern in eine Datei auf einem USB-Flash-Laufwerk. Sie können die Informationen auch intern in einer der beiden Referenzspeicherdateien speichern.

5. Drücken Sie **Quelle**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um ein zu speicherndes Signal auszuwählen.
6. Drücken Sie **Ziel**, und drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **b**, um ein Referenzsignal oder eine Datei auszuwählen.

   Stellen Sie die Signalauflösung nur für .csv-Dateien ein.

   Stellen Sie das Gating so ein, dass Informationen mit Dateien gespeichert werden.
7. Drücken Sie **Speichern ...**, um auf ein USB-Flash-Laufwerk zu speichern.

   Der Dateimanager wird aufgerufen. Darin können Sie einen benutzerdefinierten Dateinamen festlegen. Wenn Sie einen Standardnamen und einen Standardspeicherort verwenden möchten, überspringen Sie diesen Schritt.



Speichern eines Signals in einer Datei. Wenn Sie die Taste **Ziel** auf dem seitlichen Rahmen drücken und Mehrzweck-Drehknopf **b** drehen, ändert sich das Menü auf dem seitlichen Rahmen. In der folgenden Tabelle werden die Optionen zum Speichern von Signaldaten in Dateien auf Massenspeichergeräten beschrieben.

Menütaste auf dem seitlichen Rahmen	Beschreibung
Internes Dateiformat (.ISF)	Stellt das Oszilloskop so ein, dass Signaldaten aus analogen Kanälen (sowie aus analogen Kanälen abgeleitete Math- und Referenzsignale) im internen Speicherformat für Signale (.isf) gespeichert werden. In keinem anderen Format lassen sich Daten schneller speichern. Dabei werden die kleinstmöglichen Dateien erstellt. Verwenden Sie dieses Format, wenn Sie ein Signal zum Anzeigen oder Messen in den Referenzspeicher abrufen möchten. Das Oszilloskop kann digitale Signale nicht im ISF-Dateiformat speichern.

Menütaste auf dem seitlichen Rahmen	Beschreibung
Tabellenkalkulations-Dateiformat (.CSV)	Stellt das Oszilloskop so ein, dass Signaldaten in einer kommagetrennten Datendatei gespeichert werden, deren Format mit gebräuchlichen Tabellenkalkulationsprogrammen kompatibel ist. Diese Datei kann nicht in den Referenzspeicher aufgerufen werden.

Speichern eines analogen Signals im Referenzspeicher. Wenn Sie ein analoges Signal im nicht flüchtigen internen Speicher des Oszilloskops speichern möchten, wählen Sie das zu speichernde Signal aus, drücken Sie auf die Bildschirmtaste **Signal speichern**, und wählen Sie dann einen der Speicherorte für Referenzsignale. 2-Kanal- und 4-Kanal-Modelle verfügen über zwei Referenzspeicherorte.

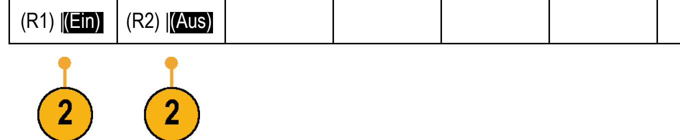
Gespeicherte Signale enthalten nur die aktuellste Erfassung. Eventuell vorhandene Graustufeninformationen werden nicht gespeichert.

Speichern eines Referenzsignals. So zeigen Sie ein Signal aus dem flüchtigen Speicher an:

1. Drücken Sie **Ref R**.



2. Drücken Sie **R1** oder **R2**.



Entfernen eines Referenzsignals aus der Anzeige. So entfernen Sie ein Referenzsignal aus der Anzeige:

1. Drücken Sie **Ref R**.



2. Drücken Sie die Taste **R1** oder **R2** auf dem unteren Rahmen, um das Referenzsignal aus der Anzeige zu entfernen.

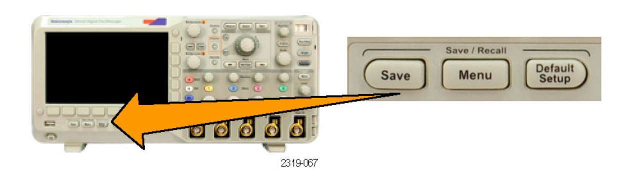
   Das Referenzsignal befindet sich weiterhin im nicht-flüchtigen Speicher und kann erneut angezeigt werden.

(R1) Ein	(R2) Aus					

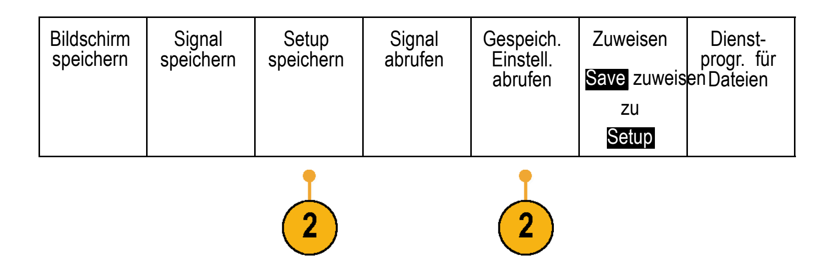
Speichern und Abrufen von Setups

Die Setupinformationen enthalten Erfassungsinformationen, zum Beispiel Vertikal-, Horizontal-, Trigger-, Cursor- und Messinformationen. Kommunikationsinformationen wie GPIB-Adressen sind nicht enthalten. So speichern Sie die Setupinformationen:

1. Drücken Sie **Save/Recall**.



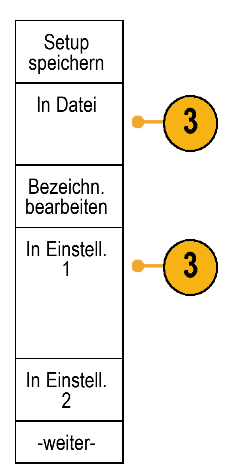
2. Drücken Sie im Menü auf dem unteren Rahmen **Save** oder **Save zuweisen zu Setup**.



3. Wählen Sie im daraufhin angezeigten Menü auf dem seitlichen Rahmen den Speicherort des Setups aus.

   Um Setupinformationen in einem der zehn internen Setup-Speicherorte des Oszilloskops zu speichern, drücken Sie die entsprechende Taste auf dem seitlichen Rahmen.

   Um Setup-Informationen in einer USB-Datei zu speichern, drücken Sie **In Datei**.



4. Wenn Sie Informationen auf einem USB-Flash-Laufwerk speichern, drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, um in der Dateistruktur zu blättern. (Siehe Seite 120, *Struktur der externen Datei*.)



   Drücken Sie **Wählen**, um Dateiordner zu öffnen oder zu schließen.



Drücken Sie die Taste **Menu Off**, um den Speichervorgang abzubrechen.



5. Drücken Sie die Taste **In gewählte Datei speichern**, um die Datei zu speichern.

In gewählte Datei speichern

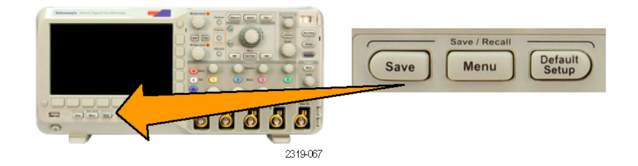
Schnelltipps

- **Abrufen der Grundeinstellung** Drücken Sie auf der Frontplatte die Taste **Default Setup**, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. (Siehe Seite 45, *Verwenden von Default Setup*.)

Speichern mit einem einzigen Knopfdruck

Wenn Sie die Speicher-/Abrufparameter über die Taste und das Menü zum Speichern und Abrufen (Save/Recall) definiert haben, können Sie Daten in Dateien speichern, indem Sie nur einmal **Save** drücken. Wenn Sie den Speichervorgang z. B. so definiert haben, dass Signaldaten auf einem USB-Laufwerk gespeichert werden, werden mit jedem Drücken der Taste **Save** die aktuellen Signaldaten auf dem angegebenen USB-Laufwerk gespeichert.

1. Um das Verhalten der Taste „Save“ festzulegen, drücken Sie das Menü **Save/Recall**.



2. Drücken Sie die Taste **Save zuweisen zu Setup**.

Bildschirm speichern	Signal speichern	Setup speichern	Signal abrufen	Gespeich. Einstell. abrufen	Zuweisen Save zuweisen zu Setup	Dienst-progr. für Dateien

2

3. Drücken Sie das Element für die Aktion, die der Taste **Save** zugewiesen werden soll.



Setup
Bild, Signal & Setup

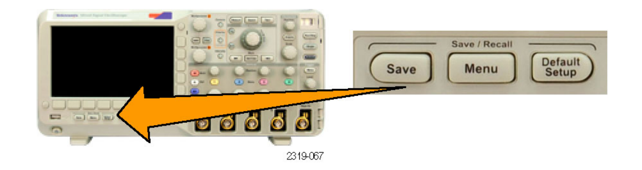
4. Wenn Sie ab jetzt **Save** drücken, wird die eben angegebene Aktion ausgeführt, ohne dass Sie jedesmal durch die Menüs navigieren müssen.



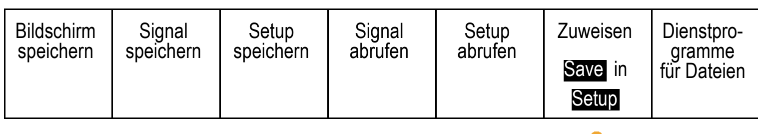
Speichern von Setup-, Bildschirmabbildungs- und Signaldateien

Zum Speichern von Setup-, Bildschirmabbildungs- und Signaldateien können Sie die Funktion „Save zuweisen zu Alle“ verwenden.

1. Um das Verhalten der Taste „Save“ festzulegen, drücken Sie das Menü **Save/Recall**.

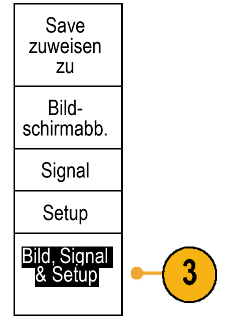


2. Drücken Sie die Taste **Save zuweisen zu**.





3. Drücken Sie die Taste **Bild, Signal & Setup**.



4. Wenn Sie jetzt **Save** drücken, erstellt das Oszilloskop drei Dateien: eine Setup-Datei, eine Bildschirmabbildungsdatei und eine Signaldatei.



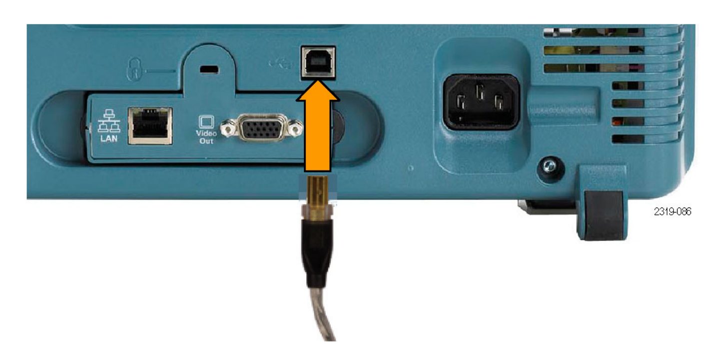
Drucken

Um ein Abbild des Oszilloskop-Bildschirms zu drucken, gehen Sie wie folgt vor.

Anschließen eines Druckers an das Oszilloskop

Wenn Sie das Oszilloskop an einen mit PictBridge kompatiblen Drucker anschließen, können Oszilloskop und Drucker ein- bzw. ausgeschaltet werden.

1. Schließen Sie ein USB-Kabel an den USB-Anschluss auf der Rückseite des Geräts an.
2. Schliessen Sie das andere Kabelende an den entsprechenden Anschluss des PictBridge-kompatiblen Druckers an. Lesen Sie in der Produktdokumentation Ihres Druckers nach, wo sich der Anschluss befindet.
3. Um die Verbindung zu prüfen, richten Sie das Oszilloskop zum Drucken so ein, wie in den folgenden Schritten beschrieben.



HINWEIS. *Der Drucker wird vom Oszilloskop nur erkannt, wenn der Drucker eingeschaltet ist.*

Wenn Sie vom Oszilloskop aufgefordert werden, einen Drucker anzuschließen, und dieser Drucker angeschlossen ist, müssen Sie den Drucker einschalten.

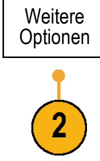
Einrichten der Druckparameter

So richten Sie das Oszilloskop für den Druck ein:

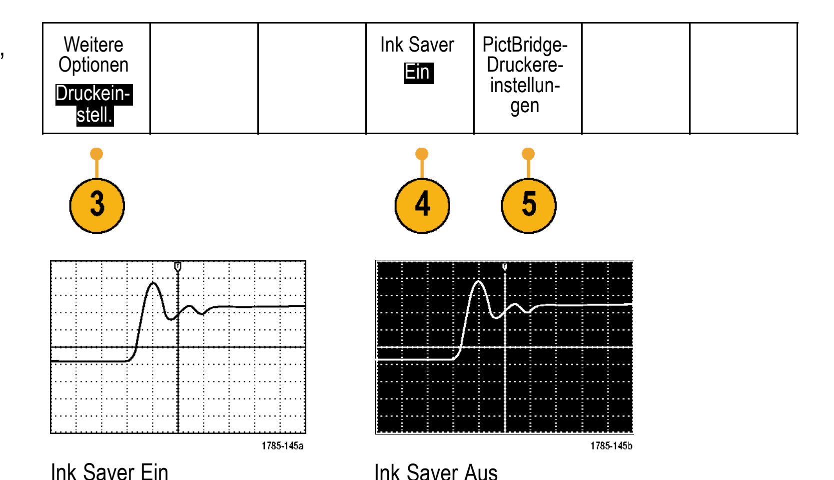
1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.



3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Druckeinstell.** aus.



4. Wählen Sie **Ink Saver Ein** oder **Aus**.

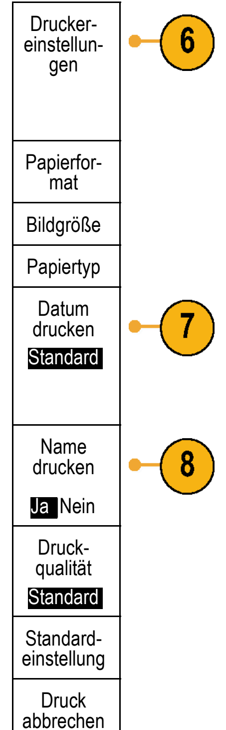
   Bei Auswahl von **Ein** wird die Kopie mit leerem (weißem) Hintergrund gedruckt.

Ink Saver Ein

Ink Saver Aus

5. Drücken Sie **PictBridge-Druckereinstellungen**.
6. Stellen Sie die Menüs auf dem seitlichen Rahmen Ihrem Drucker entsprechend ein.

   Die Menüs auf dem seitlichen Rahmen zeigen die Einstellungen an, die auf dem mit PictBridge kompatiblen Drucker verfügbar sind.



7. Drücken Sie **Datum drucken**, um das Druckdatum hinzuzufügen. Die Liste basiert auf den für Ihren Drucker verfügbaren Optionen.
8. Drücken Sie **Name drucken**, um den Dateinamen hinzuzufügen.

9. Zum Drucken eines Bildschirmabbilds drücken Sie die Taste „Drucken“ auf dem Bedienfeld.

   Wie lange das Drucken der Daten dauert, hängt von den Druckereinstellungen und der Druckgeschwindigkeit ab. Je nach dem ausgewählten Format kommen noch einige Sekunden hinzu.



10. Falls das Drucken fehlschlägt, überprüfen Sie, ob das USB-Kabel an den PictBridge-Anschluss des Druckers angeschlossen ist, und versuchen Sie es erneut.

Schnelltipps

- Drücken Sie **Standardeinstellung**, um das Oszilloskop zu veranlassen, die Druckeinstellungen entsprechend der Standardeinstellungen des Druckers einzustellen.
- Bei einer unpassenden Einstellung zeigt das Oszilloskop zeigt eine Fehlermeldung an. In einigen Fällen kann das Oszilloskop den Einstellungsfehler korrigieren und sendet das Bild an den Drucker, beispielsweise bei unpassenden Papierformaten.

Drucken mit einem einzigen Knopfdruck

Wenn Sie an das Oszilloskop einen Drucker angeschlossen und Druckparameter eingestellt haben, können Sie die aktuellen Bildschirminhalte mit einem einzigen Knopfdruck drucken:

Drücken Sie in der linken unteren Ecke der Frontplatte die Taste mit dem Druckersymbol.



Löschen des Oszilloskop-Speichers

Mit der TekSecure-Funktion können Sie sämtliche Setup- und Signalinformationen im flüchtigen Speicher löschen. Wenn Sie mit Ihrem Oszilloskop vertrauliche Daten erfasst haben, sollten Sie die TekSecure-Funktion ausführen, bevor Sie das Oszilloskop wieder für allgemeine Zwecke verwenden. Die TekSecure-Funktion besitzt folgende Merkmale:

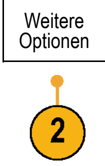
- Ersetzt alle Signale in allen Referenzspeichern durch Null-Werte
- Ersetzt das aktuelle Frontplatten-Setup sowie alle gespeicherten Setups durch das werkseitige Setup
- Zeigt je nach Erfolg der Überprüfung eine Bestätigung oder eine Warnung an.

So verwenden Sie TekSecure

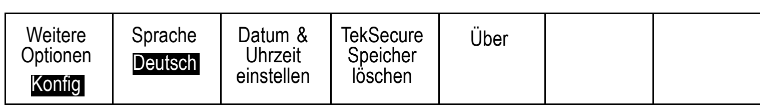
1. Drücken Sie **Utility**.



2. Drücken Sie **Weitere Optionen**.

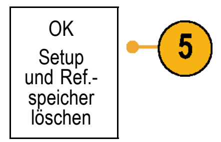


3. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf **a**, und wählen Sie **Konfig** aus.
4. Drücken Sie **TekSecure Speicher löschen**.





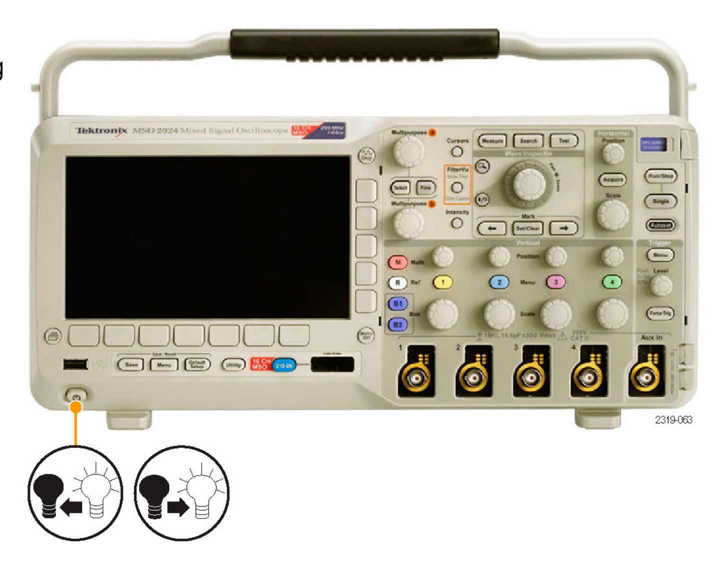
5. Drücken Sie im Menü auf dem seitlichen Rahmen **OK Setup und Ref Speich. löschen**.



Um den Vorgang abzubrechen, drücken Sie **Menu Off**.



6. Schalten Sie das Oszilloskop aus, und schalten Sie es wieder ein, um den Vorgang abzuschließen.



Verwenden von Anwendungsmodulen

Mit optionalen Anwendungsmodulpaketen können die Funktionen Ihres Oszilloskops erweitert werden. (Siehe Seite 14, *Kostenlose Testversion für ein Anwendungsmodul*.) Sie können maximal zwei Anwendungsmodule gleichzeitig installieren. (Siehe Seite 14, *Installieren eines Anwendungsmoduls*.)

Anweisungen zur Installation und zum Testen von Anwendungsmodulen finden Sie in den Anleitungen zur *Installation der Anwendungsmodule für Oszilloskope der Serien DPO2000 and MSO2000*, die mit dem Anwendungsmodul geliefert wurden. Einige Module werden in der folgenden Liste beschrieben. Zusätzliche Module können verfügbar sein. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem Tektronix-Händler oder auf unserer Website unter www.tektronix.com.

- Das **Eingebettete Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO2EMBD** bietet die Triggerung von Informationen auf Paketebene bei seriellen Bussen, die in integrierten Konstruktionen (I^2C and SPI) verwendet werden, sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Automobile Bitmustertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO2AUTO** bietet die Triggerung von Informationen auf Paketebene bei seriellen Bussen, die in der Fahrzeugentwicklung (CAN und LIN) verwendet werden, sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen digitale Signalansichten, Busansichten, Paketdecodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.
- Das **Computertrigger- und Bitmusteranalysemodul DPO2COMP** ermöglicht das Triggern auf Informationen auf Byte- oder Paketebene in RS-232-, RS-422-, RS-485- und UART-Bussen sowie Tools zur effizienten Analyse des seriellen Busses. Dazu zählen Busansichten, Paketdekodierung, Suchtools und Ereignistabellen mit Zeitinformationen.

Anhang: Garantierte Spezifikationen, Sicherheitszertifizierungen und elektromagnetische Verträglichkeit

Analoge Bandbreite	Oszilloskop	5 mV/div bis 5 V/div bei einer Umgebungstemperatur von 0 °C bis 40 °C	5 mV/div bis 5 V/div bei einer Umgebungstemperatur von 0 °C bis 50 °C	<5 mV/div
	DPO2024, MSO2024	DC bis ≥200 MHz	DC bis ≥160 MHz	20 MHz
	DPO2014, MSO2014, DPO2012, MSO2012	DC bis ≥100 MHz		20 MHz
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±2 % parallel zu 11,5 pF ±2 pF			
DC-Balance	±(1 mV + 0,1 div)			
DC-Verstärkungsgenauigkeit	±3 %, 5 V/div bis 10 mV/div ±4 %, 5 mV/div und 2 mV/div			
Offset-Genauigkeit	± [0,01 × | Offset – Position | + DC Balance] ***HINWEIS.*** *Sowohl die Position als auch der Wert des konstanten Offset muss durch Multiplikation mit dem entsprechenden V/div-Wert in Volt umgerechnet werden.*			
Langfristige Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	±25 ppm innerhalb eines beliebigen Zeitintervalls >1 ms			
Schwellenwertgenauigkeit für den digitalen Kanal, nur Serie MSO2000	± [100 mV + 3 % des eingestellten Schwellenwerts nach der Kalibrierung]			

Index

E

F

G

H

I

S

T

U

V

W

X

Z